Digitized by Google

Digitized by Google

BCU - Lausanne
1094147782
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Rigault inv. Creite f.

Digitized by Google

Digitized by Google

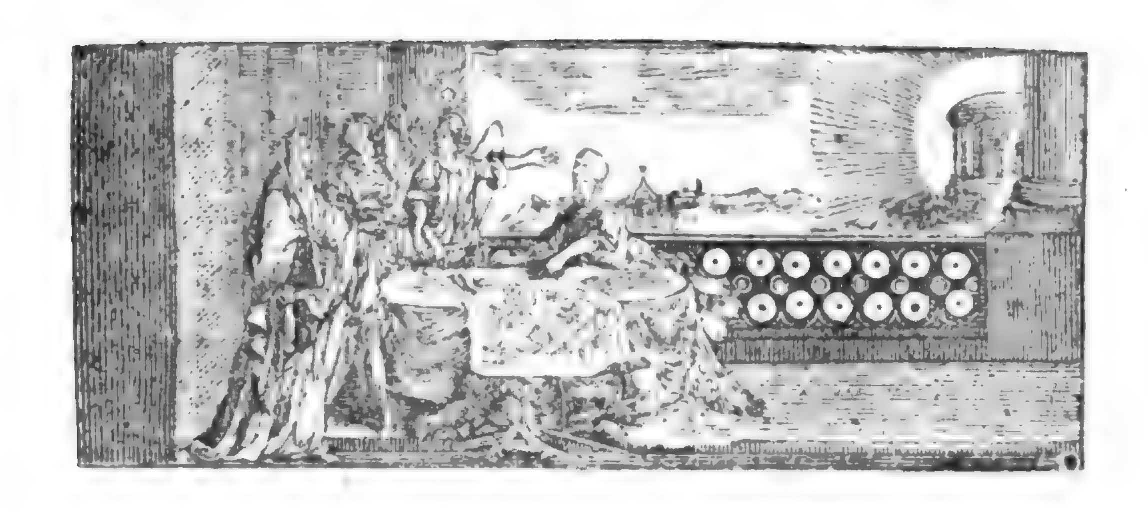
LA SCIENCE
DES
INGENIEURS
DANS LA
CONDUITE DES TRAVAUX
DE FORTIFICATION
ET
D'ARCHITECTURE CIVILE,
DEDIÉE AU ROY.

*Par M*r. BELIDOR, *Commissaire Ordinaire de l'Artillerie, Professeur Royal des Mathématiques aux Ecôles du même Corps, Membre des Académies Royales des Sciences d'Angleterre & de Prusse, & Correspondant de celle de Paris.*

A LA HAYE,
Chez HENRI SCHEURLEER,
M. DCC. XXXIV.

Digitized by Google

Digitized by Google



AU ROY,

IRE,

L'ART de fortifier les Places étant devenu une des parties la plus essentielle à la sureté des Etats, j'ôse esperer que VOSTRE MAJESTE' *ne desaprouvera point la liber-*

Digitized by Google

té que je prens de lui presenter ce Traité. Il deviendra peut-être utile dans un tems où Elle veut rendre ses Frontieres plus respectables que jamais, moins par la crainte des entreprises de ceux qui seroient jaloux de sa Gloire, que pour occuper utilement ses Troupes & faire regner l'abondance dans son Royaume par les fonds considérables qui passent dans les mains de ses Sujets. Vos bontés pour eux, SIRE, *s'étendent plus loin,* VOSTRE MAJESTE' *leur permet de percer des Canaux dans plusieurs Provinces pour faciliter le Commerce. L'on construit de toute part des Ponts & des Chaussées, qui vont rendre les grands Chemins de la France aussi beaux que ceux qui ont tant fait d'honneur aux Romains, les Sciences & les beaux Arts font de nouveaux progrès par les bienfaits que* VOSTRE MAJESTE' *répand sur ceux qui s'y attachent. Elle a même voulu qu'à son exemple les Corps Militaires se fortifiassent dans les connoissances les plus propres à la Guerre & à former les Grands-Hommes; car, sans parler des Camps magnifiques qu'Elle a ordonnés, ni des avantages qu'Elle fait à la jeune Noblesse, est-il rien de plus digne de sa Grandeur, que les Ecôles qu'Elle a établies pour entretenir son Artillerie dans un exercice continuel. Tout marque,* SIRE, *la douceur de vôtre Regne, & le bonheur de la Paix dont nous joüissons, ce*

qui

Digitized by Google

qui devient l'ouvrage de vôtre Sagesse, depuis que les plus grands Princes de l'Europe vous ont choisi pour l'Arbitre de leurs interests, comme le seul dont la prudence pouvoit calmer les troubles que les apparences de la Guerre avoient fait naître. Que cette époque, SIRE, *vous comble de Gloire, & va inspirer d'amour & de confiance à toutes les Nations qui seront sures de trouver en* VOSTRE MAJESTE' *un Protecteur dont le pouvoir ne se fait connoître que par la Justice & la Clemence! Que je m'estime heureux d'être né sujet d'un si Grand Roy, & de travailler pour son Service! Je sens bien que ce que je puis faire est au-dessous d'une si belle destinée; mais je sçai,* SIRE, *que vous daignez jetter un regard favorable sur ceux qui tâchent de marquer leur zele pour ce qui peut avoir quelque raport au bien de l'Etat.* VOSTRE MAJESTE' *commençoit son Regne Glorieux quand j'ai ébauché l'Ouvrage dont voici le premier Volume; les Mathématiques qu'Elle cultivoit alors me faisoient découvrir plusieurs voyes pour perfectionner les Fortifications, je n'ai cessé depuis de les appliquer à ce qui sembloit n'avoir pas été traité avec assez de precision, dans l'esperance que j'arriverois un jour jusqu'au pied du Trône de* VOSTRE MAJESTE', *pour lui offrir le fruit de mes veilles: la satisfaction d'y être par-*

Digitized by Google

venu va faire toute ma felicité; & les recherches les plus pénibles n'auront rien qui n'excite de nouveau mon émulation, lorsque je me rappelleray que le second Volume me procurera encore un moment si précieux. Je suis,

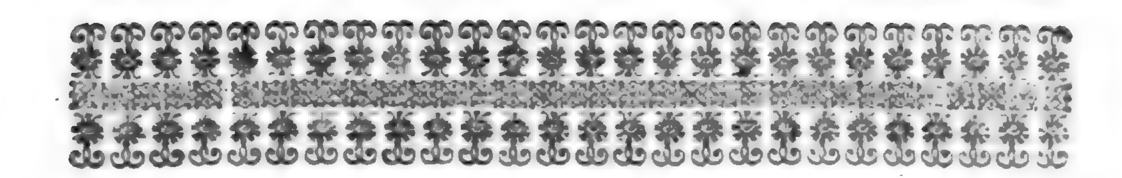
SIRE,

DE VOSTRE MAJESTE',

Le trés-humble, très-obéïssant, & très-fidele Sujet & Serviteur,

BELIDOR.

Digitized by Google



PRÉFACE.

SI l'on conſidére tous les differens Travaux dont les Ingenieurs ont la conduite, l'on conviendra qu'il n'y a point de Profeſſion qui exige plus de connoiſſance que la leur. Car, ſans parler de la maniere de diſpoſer les Piéces de Fortification pour les rendre capables de toute la deffence poſſible malgré les irrégularités des lieux & la figure bizarre d'une enceinte qu'on veut ménager, ni de tout ce qui peut les diſtinguer dans la Guerre des Siéges, quelle foule d'objets divers ne preſente pas la conſtruction des Fortifications, qui eſt la ſeule choſe que je me ſuis propoſée dans ce Volume. On ne peut parcourir les Places Frontieres, ſans rencontrer à chaque pas des Ouvrages d'une conſtruction particuliere: quelquefois même, ſans paſſer d'un lieu à un autre, on trouve dans le même endroit tout ce qui peut exercer pendant pluſieurs années les eſprits les plus laborieux & les plus capables des grandes choſes. Quand on veut entrer dans le détail, tout devient intereſſant, on apperçoit mille choſes eſſentielles qui échapent aux yeux de ceux qui regardent les Fortifications avec indifference: ici il faudra travailler dans des lieux aquatiques qui préſentent cent ſortes de difficultés à ſurmonter; là ce ſont des Rochers eſcarpés, qu'il faut ſoûmettre aux regles de l'Art; plus loin, conſtruire des Digues, des Ecluſes, des Ponts, des Formes, des Baſſins, des Jettées, des Fanaux, des Riſbans, des Moles, & tant d'autres Ouvrages qui ſe font aux Places

Ma-

Maritimes; ailleurs, joindre une Riviere à une autre par des Canaux qu'il faudra peut-être faire passer sur des Montagnes, pour de-là aller traverser quelquefois un Marais, & même une Riviere, sans qu'elle devienne un obstacle au chemin qne le Canal doit parcourir pour faciliter la Navigation & le Commerce; d'autre part, c'est un torrent rapide, qu'il faut maintenir dans son lit, en construisant des Epys pour en conserver les bords, ou empêcher qu'il ne détruise une Isle fortifiée, ou ne s'aille répandre dans la Campagne, & y causer de grands dommages.

Presentement, si l'on examine l'interieur des Places, l'on y appercevra des Ouvrages de toute autre espece: ce seront des Portes de Villes, des Ponts, des Batardeaux, des Soûterrains, des Arsenaux, des Citernes, &c. qu'il faut savoir executer. Enfin, l'on peut dire qu'un bon Ingenieur est un homme universel; & que rien ne fait plus d'honneur à la France, que d'en avoir un très-grand nombre capable de toutes les choses dont je viens de donner un crayon.

Quand on envisage tout ce que comprennent les Fortifications, n'a-t-on pas lieu d'être surpris qu'il n'y ait eû jusqu'ici aucun Traité pour l'Instruction des jeunes gens qui veulent prendre ce parti; car, je compte pour rien ceux qu'on a mis au jour sous le Nom de Mr. le Marêchal de Vauban, pour leur donner du crédit, & qu'il a toûjours desavoué. D'ailleurs, ces Traités n'aprennent tout au plus que le nom des Ouvrages, & à tracer sur le Papier un front de Poligone avec quelques dehors, dont la plûpart sont assez mal entendus: on n'y fait point mention de la construction ni de tous les détails qui y ont raport. Ce n'est pas que nous n'ayons un nombre d'habiles gens qui pourroient nous en donner d'excellens: plusieurs ont travaillé avec Mr. de Vauban; & il n'y a rien qu'on ne dût attendre

dre

dre de leur capacité. Mais, leur silence est glorieux: le Roy leur a confié les Barrieres du Royaume: sans cesse occupés à faire des Ouvrages nouveaux ou à maintenir les anciens en bon état, ils sont privés du loisir qu'il faudroit pour répandre leurs lumieres, & se contentent de les communiquer à ceux qui travaillent sous leurs ordres.

Mais, si l'on fait réfléxion qu'on s'instruit fort lentement quand on n'aprend les choses qu'à mesure qu'elles se presentent, & qu'il arrive rarement qu'un jeune Ingenieur puisse voir dans une même Province toutes les differentes especes de Travaux qui dépendent des Fortifications; l'on conviendra, que rien ne seroit plus utile qu'un bon Livre, dans lequel il pût acquerir une connoissance generale de toutes les parties de son métier: afin que, venant à passer d'une Place à une autre, il ne se présente rien dont il ne puisse avoir la conduite, dès qu'il joindra la Théorie à ce que la Pratique pourra lui apprendre. Il feroit alors beaucoup plus de progrès, & pourroit en peu de tems se mettre en état de marcher sur les traces des plus grands maîtres.

On ne peut disconvenir, qu'un tel Livre ne fût d'une grande utilité; sans doute que l'on m'accusera de temerité d'avoir ôsé l'entreprendre. Quand je l'ai commencé, si j'en avois conçû toute la conséquence, je me serois bien gardé d'y penser; peut-être aurois-je pris le parti le plus sage, & me serois épargné par-là beaucoup de peines & d'inquiétudes. Mais, ce n'est ordinairement qu'après avoir travaillé long-tems, qu'on s'apperçoit du danger qu'il y a de se faire imprimer: parceque, devenant plus délicat, on cesse de voir ses Ouvrages avec la même complaisance: on méprise au bout de quatre jours ce qu'on avoit trouvé passable d'abord, & on n'est jamais content de soy par l'envie qu'on a de mieux faire.

Digitized by Google

Il y a 13 ou 14 ans que j'ai ébauché celui-ci, sans avoir pû me persuader qu'il méritât d'être mis au jour; & peut-être ne seroit-il pas sorti de mon Cabinet, si j'en avois été entierement le maître. Je n'affecte point une fausse modestie; les personnes aux lumieres desquelles j'ai soûmis mes écrits rendront justice à la sincerité de mes sentimens: la gloire d'avoir fait un Livre ne s'est jamais presentée à mon esprit d'une maniere assez riante, pour me sentir flatté de la qualité d'Auteur. Je n'ai jamais perdu de vûë la censure à laquelle j'allois m'exposer, & cette pensée m'a même souvent intimidé: cependant, j'ai fait ensorte d'en tirer avantage, en considérant la rigueur du Public comme un motif excellent pour me rendre circonspect. Tout le monde est d'accord, que ce n'est que depuis qu'on l'a regardé comme un Juge inexorable, que l'émulation des Gens de Lettres s'est accrûë, & que les Bibliotheques se sont grossies d'un grand nombre de Livres en toute sorte de genre, qui ne seroient peut-être pas si achevés, si ceux qui les ont produits n'avoient apprehendé le ridicule que les gens de bon goût ont coûtume de donner à tout ce qui porte un caractere de médiocrité. Il est vrai qu'il y a des matieres si abondantes par elles-mêmes, que, pour peu qu'on les traite avec méthode, on peut se tirer plus heureusement d'affaire: celles dont je parle sont de cette nature; &, pour juger du Plan general que je me suis proposé, en voici la Disposition.

Il s'agit de quatre Volumes in-quarto, accompagnés d'un très grand nombre de Planches gravées en Taille-douce, qui comprennent les Plans, Profils, & Elevations des differens Sujets qu'on s'est proposé de développer. De ces quatre Volumes, il y en a deux qui regardent l'Art de fortifier les Places dans toute sorte de situation, la Maniere de les attaquer & de les deffendre, relativement

à

à ce qui s'est pratiqué de mieux depuis l'invention de la Poudre: les deux autres ont pour objet la Construction des Fortifications & de tous les Ouvrages qui en font partie; & c'est le premier de ces deux-là que je donne presentement, puisque l'Ordre naturel demande que l'on parle de la Maniere de construire les Places qu'on veut fortifier, avant de donner des Maximes pour les attaquer & les deffendre. Ce n'est pas que ces deux Objets n'ayent un raport intime; aussi l'a-t-on insinué aux endroits où il convenoit d'en faire mention: d'ailleurs, on n'a pas voulu donner les quatre Volumes à la fois, afin d'avoir plus de facilité pour l'Impression, & ne point engager le Public tout d'un coup dans une dépense qui auroit pû gêner plusieurs personnes. Ajoûtons, que les Volumes, qui conviendroient aux uns, ne conviendroient peut-être pas aux autres, selon le goût que l'on peut avoir pour les matieres qui interressent plus ou moins; chacun faisant un Traité à part, qui peut être détaché du reste: c'est pourquoi, je ne m'arrêterai point à les détailler, pour ne m'attacher uniquement qu'à celui-ci, afin d'éviter la confusion que pourroient faire naître tant de Sujets differens.

Ce Volume est divisé en six Livres. Dans le premier, on enseigne la Maniere d'appliquer les Principes de la Mécanique à la Construction des revêtemens de Maçonnerie, pour sçavoir l'épaisseur qu'il faut leur donner par raport à la poussée des terres qu'ils ont à soûtenir: on y fait voir suivant quelle loy cette poussée agit, de quelle résistance les contreforts peuvent être capables, selon leur longueur, leur épaisseur, & la distance où ils seroient les uns des autres; en un mot, ce Livre comprend beaucoup de choses très-utiles, dont la plûpart n'avoient pas encore été traitées.

Dans le second, l'on considere de quelle maniere se fait

la poussée des Voûtes, afin d'en tirer des Régles générales & certaines pour déterminer l'épaisseur de leurs Piés-droits selon la figure que l'on voudroit donner aux Voûtes dans les differens usages qu'on en fait pour les Fortifications, soit aux Soûterrains, Portes de Ville, Magasins à Poudre, &c. On y parle aussi des Culées des Ponts par raport à la poussée des Arches, & de plusieurs Observations touchant l'execution de ces sortes d'Ouvrages.

Dans le troisiéme, on trouvera plusieurs Dissertations sur les qualités & le choix des matériaux, avec la maniere de les mettre en œuvre dans toute sorte de travaux, les détails dans lesquels il faut entrer pour en faire les Estimations & les Devis, ce qu'il faut observer dans les grands Atteliers pour le transport & le remuement des terres, la façon de les employer & comme on doit construire les Voûtes des soûterrains. On s'est étendu particulierement sur les differentes especes de fondemens qu'on pouvoit faire dans toute sorte d'endroits, principalement dans ceux qui presentent de grands obstacles à vaincre : & pour tout dire enfin, on a supose dans ce Livre qu'on avoit une Place neuve à bâtir, pour avoir lieu de parler de tous les gros Ouvrages de Fortification, & d'en montrer la conduite depuis le tracé du projet jusqu'à son entiere execution.

Dans le quatriéme, on a eû pour objet la Construction de tous les Edifices qui se font aux Places de Guerre, comme sont les Portes de Ville, Corps de Gardes, Redoutes, Magasins, Arsenaux, Cazernes, Boulangeries, Cantines, Citernes, &c. On y donne aussi des Régles generales pour l'Architecture Civile, & des Principes sur la force des Bois de Charpente; enfin, on est entré dans le détail de toutes les differentes parties qui se rencontrent dans la Construction des Edifices.

Dans le cinquiéme, on enseigne ce qui peut apartenir à

Digitized by Google

à la Décoration, c'est-à-dire, que l'on y donne les cinq Ordres d'Architecture, avec les Régles & les Maximes des plus fameux Architectes tant anciens que modernes, pour orner les Bâtimens & leur donner cette Elegance qui les distingue du commun.

Enfin, dans le sixiéme Livre on montre la Maniere de faire les Devis de tous les Ouvrages contenus dans les précédens: on en raporte des Exemples détaillés & circonstanciés avec le plus de neteté qu'il a été possible: on y trouvera aussi plusieurs Observations sur la forme des Adjudications, & les Conditions sous lesquelles on doit passer les Marchés aux Entrepreneurs. Et, pour rendre ce Livre plus instructif, & suivre l'Esprit du troisiéme & du quatriéme, on a commencé par donner un Modéle de Devis general pour une Place neuve qu'on auroit à construire, accompagné de quelques autres Devis particuliers qui serviront pour dresser ceux des Ouvrages qui se font le plus ordinairement dans les Places.

Comme ces six Livres font autant de petits Traités complets dans leur genre, on a affecté en les imprimant de les détacher les uns des autres, afin de contribuer à la satisfaction de plusieurs personnes qui desiroient les avoir séparés, ou les faire relier en deux Tomes, plus commodes, selon eux, que s'ils n'étoient qu'en un seul; c'est pourquoi les pages de chaque Livre sont cottées à part. J'ajoûterai aussi, que dans le premier & le second, & dans la suite des autres, lorsque l'on verra à la marge *V. le C. art. &c.* Cela veut dire, *Voyez tel article du Cours de Mathematique.* J'entends celui que j'ai fait à l'usage de l'Artillerie & du Génie, qui se trouve chez le même Libraire qui vend mes Ouvrages; car, comme ce Cours a été composé exprès pour faciliter l'Intelligence des choses de Théorie qui demandoient des Connoissances préliminaires, & que j'au-

j'aurois eû peine à indiquer ailleurs, il étoit naturel que j'y eusse recours plutôt qu'à tout autre.

A l'égard du second Volume, on y trouvera generalement tous les Ouvrages qui apartiennent à l'Architecture Hydraulique, avec un Dictionnaire fort ample des Termes propres à la Fortification & à l'Architecture; & j'ôse bien assurer, que ce Volume sera au moins aussi interressant que le premier. Ayant encore des Augmentations à y faire, il ne paroîtra pas cette année, comme je l'avois fait esperer; mais, le Public n'y perdra rien, je tacherai de payer avec usure l'attente de ceux qui voudront bien y prendre quelque part: d'ailleurs, il est à propos que je sache le Jugement qu'on portera de celui-ci, afin que si j'aprenois qu'il y eût des Augmentations ou des Corrections à y faire, on pût les donner par Suplément. Pour les Fautes d'Impression, je ne doute pas qu'on n'en rencontre quelques-unes; mais, je ne les crois point assez de consequence pour arrêter le Lecteur: c'est pourquoi, je n'ai pas fait d'Errata.

Malgré toutes les Mesures que j'ai pu prendre, pour rendre cet Ouvrage le plus achevé qu'il m'a été possible, j'ai cru ne devoir le mettre au jour, qu'après l'avoir exposé tout de nouveau à la Censure des Ingenieurs du premier ordre; & Mr. le Marquis Dasfeld ayant bien voulu s'interresser à tout ce qui pouvoit perfectionner mon dessein, je l'ai prié de me nommer pour Commissaires quatre Directeurs des Fortifications: aussi-tôt qu'il se fut rendu à mes instances, je leur présentai mon Manuscrit, qu'ils prirent la peine d'examiner conjointement avec les Ingenieurs en Chef & les autres qui se sont trouvés sur les lieux. Et comme il est permis de se faire honneur des Approbations que les Personnes équitables & éclairées veulent bien nous accorder, voici celles de Messieurs de Vauban, Demus, de Vallory, & Gittard.

A P-

Digitized by Google

APPROBATIONS.

NOUS Lieutenant General des Armées du Roy, Grand-Croix de l'Ordre Militaire de Saint Louïs, Gouverneur des Ville & Chateau de Bethune, Directeur des Fortifications des Places de la Province d'Artois; certifions avoir lû & examiné, à la recommandation de M le Marquis Dasfeld, avec autant d'exactitude qu'il nous a été possible, un Manuscrit intitulé la Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification, par M. de Belidor, *dans lequel nous n'avons rien trouvé qui ne soit conforme à ce qui se pratique de mieux pour la construction des Ouvrages de Fortification, Ecluses, & Edifices Militaires: la plûpart des matieres qui étoient susceptibles des regles de Geometrie, y sont traitées avec précision & netteté, ce qui pourra contribuer à la perfection des Ouvrages; je juge même que les Ingenieurs pourront se servir très-utilement des régles qui y sont enseignées, & qu'en general ce Livre ne peut être que très-avantageux au Service du Roy & à ceux qui sont chargez de la Construction des Ouvrages de sa Majesté. Fait à Bethune ce 17 May 1728. Signé,* DE VAUBAN.

Nous soussigné Chevalier de l'Ordre Royal & Militaire de Saint Louïs, Brigadier des Armées du Roy, Ingenieur, Directeur des Fortifications des Places du Soissonnois & de partie de celles de Picardie; certifions avoir vû, lû, & examiné par ordre de M. le Marquis Dasfeld avec toute l'attention dont nous sommes capables, un Manuscrit contenant 22. Cahiers, accompagné d'un grand nombre de Planches qui doivent composer un Ouvrage intitulé la Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification, par M. de Belidor, *dans lequel nous n'avons rien reconnu qui ne soit très-bon, très-utile au Service du Roy, & avantageux à tous ceux qui s'appliquent à la Profession d'Ingenieur; les matieres y étant traitées selon l'usage que j'ai vû pratiquer dans plusieurs Places depuis 56. ans que je fais travailler. Fait à S. Quentin le 28 d'Avril 1728. Signé,* DEMUS.

Nous soussigné Chevalier de l'Ordre Militaire de S. Louïs, Directeur des Fortifications de la Flandre; certifions avoir vû, lû, & examiné avec soin, par ordre de M le Marquis Dasfeld, un Manuscrit accompagné de Planches, qui a pour titre la Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification, par M. de Belidor, *dans lequel nous n'avons rien trouvé que de très-bon, très-utile, & demontré avec toute l'exactitude & la capacité requise, tant Geometriquement que par la pratique ordinaire, & jugeons que ce travail ne peut être que très-utile & avantageux pour le Service du Roy, & à ceux qui s'appliquent à la connoissance des Fortifications, puisqu'ils ne pourront point se servir d'une Methode plus facile & plus exacte que celle qui y est démontrée. Fait au Quesnoy ce 2 May 1728. Signé,* VALLORY.

Nous soussigné Chevalier de l'Ordre Militaire de S. Louïs, Commandant pour le Roy au Fort de S. Sauveur de Lille, Ingenieur ordinaire du Roy, ayant la Direction des Fortifications des Ville & Citadelle de Lille; certifions avoir vû, lû, & exa-

Digitized by Google

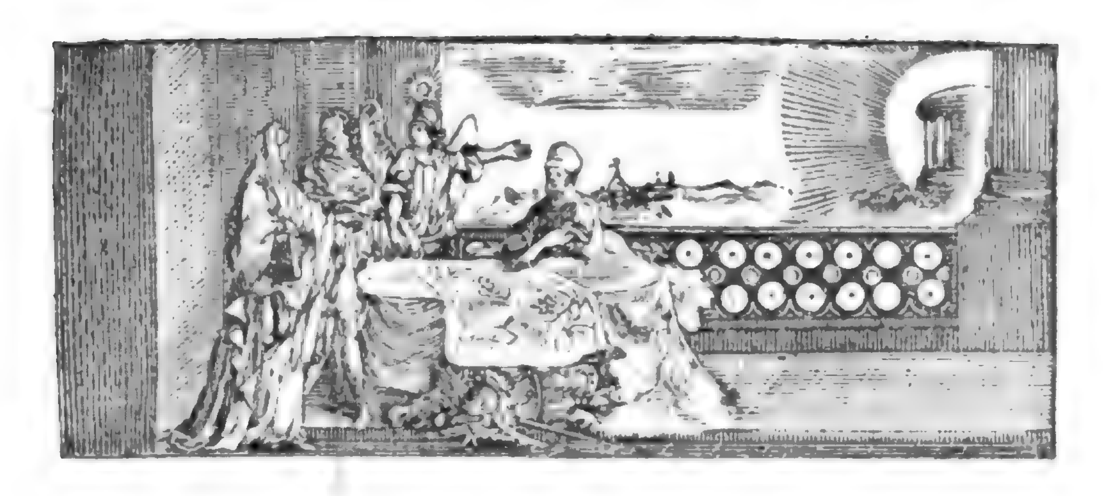
& examiné avec soin un Manuscrit qui a pour titre la Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification, par M. de Belidor, *dans lequel nous n'avons rien trouvé que de très bon & très-utile, bien démontré Geometriquement dans plusieurs parties essentielles qui n'avoient été jusqu'apresent mises en usage que par pratique, ce qui pourra beaucoup contribuer à la perfection des Ouvrages de Fortifications, & devenir très-utile pour le Service du Roy, & à perfectionner les jeunes Ingenieurs, qui trouveront dans ce Traité avec beaucoup d'exactitude & de netteté ce qui ne se rencontre point dans aucuns des Auteurs qui ont traité des Fortifications. Fait à Lille ce 9 May 1728. Signé,* GITTARD.

Ayant traité dans le cinquiéme Livre, comme je l'ai insinué cy-devant, tout ce qu'on pouvoit dire de plus essentiel sur les Ordres d'Architecture, j'ai consulté aussi Messieurs les Architectes du Roy, entr'autres Mr. de Cotte, qui a bien voulu prendre la peine d'examiner, non-seulement ce qui appartenoit à la Décoration, mais encore les autres Parties de cet Ouvrage; & voici le Jugement qu'il en a porté.

Nous soussigné Chevalier de l'Ordre de S. Michel, premier Architecte, Intendant des Bâtimens, Arts, & Manufactures du Roy, Directeur de l'Academie Royale d'Architecture; certifions avoir lû & examiné avec beaucoup de soin un Manuscrit accompagné d'un grand nombre de Planches, qui composent un Livre intitulé la Science des Ingenieurs dans la conduite des travaux de Fortification par M. de Belidor, *dans lequel nous n'avons rien trouvé qui ne soit traité avec beaucoup de méthode & de capacité, les choses les plus ordinaires y étant mises dans un jour qui les rend interessantes, & celles qui sont d'une plus grande consideration étant perfectionnées par de nouvelles régles qui rendent cet Ouvrage digne des éloges des plus habiles Gens, rien n'étant mieux traité que la Mécanique & Construction des Revêtemens de Terrasses & des Voûtes: c'est le Jugement que j'ai crû en devoir porter dans les sentimens de rendre justice à l'Auteur qui travaille avec tant de zele pour la perfection des Arts & des Sciences. Fait à Paris ce 24 May 1728. Signé,* DE COTTE.

J'ay lû, par l'Ordre de Monseigneur le Garde des Sçeaux, un Manuscrit qui a pour titre la Science des Ingenieurs dans la conduite des Travaux de Fortification; *& j'ai crû que l'Impression de cet Ouvrage feroit plaisir à ceux qui sont dans ces Travaux, & seroit d'une grande utilité.* FAIT *à Paris le 25. May* 1728. SAURIN.

LA



LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE PREMIER.

Où l'on enseigne la maniere de se servir des principes de la Mécanique, pour donner les dimensions qui conviennent aux revêtemens des Ouvrages de Fortification, pour être en équilibre, avec la poussée des Terres qu'ils ont à soûtenir.

DEPUIS qu'on a cherché dans les Mathematiques les moyens de perfectionner les Arts, on y a fait des progrès qu'on n'eût osé esperer auparavant ; mais comme il n'y a qu'un petit nombre de personnes qui sont en état de juger jusqu'où peut mener cette science, on a peine à se persuader qu'elle soit capable de toutes les merveilles qu'on lui attribuë, ce que l'on a découvert de plus avantageux, étant justement ce qui est ignoré du Public,

Digitized by Google

& même de ceux qui pourroient s'en servir utilement, par l'éloignement où ils sont de comprendre les principes qui ont conduit à la recherche d'une infinité de choses utiles, à moins qu'ils ne s'en instruisent & ne se mettent, pour ainsi dire, eux-mêmes en état de faire des découvertes: d'ailleurs l'opinion qu'il n'y a que la seule pratique qui peut les mener au but, est encore un obstacle qui n'est pas le moins difficile à vaincre, il est bien vrai que l'experience contribuë beaucoup à donner des connoissances nouvelles, & qu'elle fournit tous les jours aux plus habiles gens des sujets de reflexion dont ils ne se seroient peut-être point avisés si elle ne les avoit fait naître. Mais il faut que cette experience soit éclairée, sans quoi, l'on ne peut avoir que des idées très-confuses sur tout ce qui se presente, on voit toûjours les objets par la même face, on veut qu'ils soient tels qu'on nous a dit qu'ils étoient, ou tels qu'il a plû à notre imagination de nous les répresenter: & qu'on soit dans le vrai ou non, on passe toute sa vie sans rien sçavoir de juste & de précis sur ce que l'on croit pourtant posseder le mieux. Delà vient que bien des choses imparfaites demeurent toujours dans le même état, elles se transmettent d'une posterité à l'autre avec les mêmes défauts; & si par hazard quelqu'un s'avise de les remarquer, aussitôt tous les gens du métier se révoltent contre la nouveauté, l'on à peine à se figurer que ceux qui n'ont point travaillé toute leur vie à certains ouvrages, puissent en raisonner juste, & la verité toute estimable qu'elle est se trouve souvent obligée de garder le silence, ou de prendre des mesures & des ménagemens pour s'insinuer. Cela vient sans doute, de ce que la plûpart des hommes ne consultent point assés la raison; esclaves du préjugé, c'est presque toûjours l'usage qui les détermine; & pour ne parler que de l'*Architecture*, qui est le seul objet que j'ai en vûë, n'est-il pas surprenant que depuis le tems qu'on la cultive, on l'ait si peu perfectionnée en certains points essentiels qui en sont comme la base; car si l'on en excepte quelques régles de convenance & de goût, qui appartiennent à la décoration, on n'a rien d'assés précis ni d'exact sur la plûpat du reste, aucun Architecte n'a donné des principes pour trouver le point d'équilibre entre les forces agissantes & celles qui doivent resister, on ne sçait pas, par exemple, quelle épaisseur il faut donner aux revêtemens des Terrasses, ou à ceux des Remparts, des Quays & des Chaussées, aux piés-droits des Voutes, aux Culées des Ponts, pour être en équilibre par leur résistance avec la poussée que ces differens murs doivent soûtenir, sans y employer des matériaux superflus.

S'il

Digitized by Google

S'il manque quelque chose à l'Architecture, c'est que ceux qui en ont traité, ont voulu tirer tout du même fond, & se passer des secours qu'ils ont crû étrangers à leur sujet, n'ayant pas consideré que les sciences doivent se donner des lumieres mutuelles, & que celle-ci roulant sur des rapports, il n'y avoit que les Mathématiques qui pussent les déterminer, ils ont pourtant bien senti qu'il leur manquoit quelque chose, mais comme la plûpart n'avoient que très-peu ou point du tout de connoissance de la Mécanique ni de l'Algebre, qui seules pouvoient donner ce qu'ils cherchoient, il n'est pas étonnant qu'ils n'y ayent point eu recours, & qu'ils s'en soient tenu à une certaine pratique, qui à la verité leur a réüssi dans bien des cas, parce qu'ils n'ont point épargné les matériaux, quand ils ont eu quelque sujet d'aprehender que leur ouvrage ne fut point assés solide.

Après cela quand on parviendroit à trouver des régles qui donneroient à l'Architecture toute la perfection possible, il est à craindre qu'on n'en tire pas toute l'utilité qu'on pouroit se promettre; parce que les régles que les Géometres donneront ne pourront pas être entenduës aussi aisément qu'on a coûtume d'entendre les Livres ordinaires de l'Architecture, & qu'il faudra absolument employer l'Algebre & la Mécanique, ces sortes de choses ne pouvant s'expliquer dans un autre langage. On aura beau dire qu'on n'y comprend rien, ce ne sera point la faute de ceux qui auront fait de leur mieux pour donner des principes nouveaux & plus certains que ceux que l'on avoit. Mais pourquoi, dira-t'-on, vouloir assujettir l'Architecture à tant de connoissances abstraites? Les Architectes jusqu'ici n'ont pas sçû l'Algebre, & leurs ouvrages n'en sont pas moins solides, ni moins beaux. Je conviens qu'on ne sauroit trop les admirer, & qu'il est surprenant qu'ils ayent pu se passer des régles dont je parle; cela vient apparemment du long usage où ils ont été de faire executer souvent la même chose, qui leur a fourni certaines pratiques dont ils se sont bien trouvés; mais quel tems ne leur a-t'-il pas fallu avant d'être capables de travailler hardiment? A peine toute leur vie a-t-elle pû suffire; la malheureuse condition des hommes étant d'arriver au dernier terme de leurs jours lorsqu'ils commencent seulement à savoir quelque chose; il faudroit donc pour tirer le meilleur parti qu'il est possible d'une vie si courte apprendre avec méthode, ce qu'on a envie de savoir, avoir des régles sures & démontrées, afin qu'en étant une fois prévenu, on ne soit pas obligé d'attendre que l'experience ou le hazard nous les apprenne; ainsi dans quelque profession que l'on soit, il

Digitized by Google

faut entrer dans sa carriere avec le plus de fond qu'il est possible, ensuite mettre à profit nos réflexions, ou celles des autres, sur les differens cas qui se presentent ; c'est-à-dire, qu'il seroit à souhaiter qu'on commençât où ceux qui nous ont précédé ont fini, parce que ce qu'ils nous auront laissé, nous instruira presque autant que si nous l'avions pratiqué nous mêmes ; mais quoique bien des choses leur ayent réüssi, il est à propos de ne les imiter que dans celles où l'on apercevra les raisons qu'ils ont eu d'agir de telle & telle maniere, car comme les lieux, les circonstances, les differentes especes de matériaux peuvent favoriser ou alterer l'execution d'une même chose, il seroit à craindre que ce qui a réüssi aux uns, ne fasse échoüer les autres. Ainsi pour commencer à suivre la méthode selon laquelle il m'a paru que l'Architecture devoit être traitée, (c'est-à-dire, cette Architecture qui apartient principalement à l'Ingenieur,) nous allons enseigner dans ce Livre-ci une nouvelle théorie pour régler l'épaisseur des revêtemens de maçonnerie, qui, à ce que je croi, sera bien reçûë de ceux qui seront à portée de l'entendre, puisqu'ils y trouveront la résolution d'un grand nombre de Problemes utiles, dont ils pouront tirer beaucoup de connoissances : j'aurois bien voulu me servir d'une autre voïe que celle de l'Algébre pour me faire entendre, mais je n'ai pû m'en passer ; ce qui me fait aprehender que ceux qui ne sont que trop prévenus contre cette science, ne se previennent aussi contre mon Ouvrage & n'en tirent pas tout le fruit que j'ai eu en vûë de leur procurer : je n'ai pourtant rien négligé pour me faire entendre clairement, je me suis servi par-tout des expressions les plus simples, terminant chaque proposition par un calcul Arithmetique, & par des aplications qui pouront être entenduës de tout le monde, n'ayant pas voulu construire mes égalités selon la méthode ordinaire des Géométres, crainte de donner à mon Ouvrage un air savant qui n'auroit fait que le rendre encore plus inaccessible à ceux pour qui j'écris.

Comme avant toutes choses, il faut connoître les centres de gravité de Figures sur lesquelles nous serons obligé d'operer, je vais enseigner ce qu'il faut savoir là-dessus dans le Chapitre suivant.

CHA-

Digitized by Google

CHAPITRE PREMIER.

Où l'on donne la maniere de trouver les centres de gravité de plusieurs Figures.

DE'FINITION.

IL y a dans tous les corps pesans, c'est-à-dire, dans toutes les Figures pesantes, un point par lequel cette Figure étant suspenduë, ou soutenuë comme sur la pointe d'un pivot fort aiguë, toutes les parties de la Figure demeurent en équilibre ou en repos, or ce point est nommé *le centre de gravité* de la Figure.

PROPOSITION PREMIERE.

THE'OREME.

1. *Si l'on divise en deux également les côtés oposés* AB, & CD, *d'un Paralellograme*, & *qu'on tire la ligne* EF, *je dis que le centre de gravité de ce Paralellograme, est dans le milieu de cette ligne.* PLANCH. 1. FIG. 1.

DEMONSTRATION.

Il est certain que la ligne *EF*, passant par le milieu de tous les élemens qui composent le Paralellograme, leur centre commun de gravité sera dans un des points de cette ligne; de même si par le milieu des côtés *AC*, & *BD*, on tire la ligne *GH*, le centre de gravité du Paralellograme sera aussi dans cette ligne *GH*, il sera donc au point *I*, où ces deux lignes se rencontrent. *C. Q. F. D.*

Remarque premiere.

2. Quoique l'on ait coutume de considerer un Plan sans nulle épaisseur, quand il s'agit de la superficie des corps, cela n'empêche pas qu'on ne puisse attribuer une pesanteur aux Plans dont nous parlons, sans que pour cela il faille leur suposer une épaisseur sensible: cependant comme cette pesanteur ne peut être mesurée par aucun poids, nous regarderons la valeur de la superficie des Plans,

Digitized by Google

comme tenant lieu de la pesanteur qui entre dans la Mécanique dont nous parlons; ainsi on peut imaginer que deux Plans homogenes sont en équilibre aux extrémités des bras d'un levier, quand les superficies de ces Plans sont dans la raison réciproque des bras du levier.

Remarque seconde.

3. Puisque l'on peut considerer la superficie d'un Plan comme exprimant la pesanteur qu'on lui attribuë, on pourra donc, comme dans la Mécanique ordinaire, supofer toute la pesanteur du Plan; c'est-à-dire, sa superficie réünie autour d'un point pris à volonté dans la ligne de *direction* qui passera par le centre de *gravité*; par
Fig. 1. exemple, nommant *a*, la hauteur *AC*, du Paralellograme; & *b*, la base *CD*; sa superficie sera *ab*; or si on la supose réünie dans le poids *K*, qui est dans un des points de la ligne *IL*, tirée du centre de gravité *I*, l'on poura donc dire que la pesanteur de ce poids est exprimée par *ab*.

Remarque troisiéme.

4. Comme les Plans, dont il sera question, représenteront des profils de Maçonnerie ou de Terrasse, il faudra avoir égard, non-seulement à leur superficie quand ils tiendront lieu d'une puissance ou d'un poids, mais encore à la nature des corps dont ils seront la coupe, par exemple si on a un levier dont le point d'apui soit dans le milieu, & qu'un Plan de six pieds quarrés, provenant d'une coupe de Maçonnerie, soit suspendu à l'extrémité d'un des bras; on ne peut pas dire que ce Plan puisse se mettre en équilibre avec un autre de six pieds quarrés provenant d'une coupe de terre, parce qu'un pied cube de Maçonnerie pesant davantage qu'un pied cube de terre, il faut s'imaginer que le premier Plan pése davantage que le second, dans la raison qu'un pied cube de Maçonnerie pése plus qu'un pied cube de terre; or comme nous avons besoin de connoître ce rapport, parce qu'il aura lieu dans cette Mécanique, l'on saura que le poids d'un certain voulume de Maçonnerie est à celui d'un pareil volume de terre, à peu-près comme 3 est à 2, c'est-à-dire, que la terre pese moins d'un tiers que la Maçonnerie.

Remarque quatriéme.

5. Si l'on avoit donc une puissance représentée par un nombre de

Digitized by Google

de pieds quarrés provenant d'un profil de terre, qu'on voulut mettre en équilibre avec un poids provenant d'un profil de Maçonnerie, il faudra prendre les deux tiers de la puissance, afin de la rendre homogene à la Maçonnerie; car comme la terre pése moins d'un tiers que la Maçonnerie, on ne pourra jamais faire avec ces deux matieres differentes des rapports de poids à poids, qu'on ne fasse une réduction dans le volume de la plus légere.

PROPOSITION SECONDE.

THE'OREME.

6. *Si l'on a un triangle* ABC, *quelconque*, *&* *que l'on divise la base* AC, *en deux également au point* D, *je dis que le centre de gravité de ce triangle sera dans le tiers de la ligne* BD, *menée de l'angle* B, *au milieu de la base* AC, *qui lui est oposée.* FIG. 2.

DEMONSTRATION.

Pour le prouver, je divise le côté *BC*, en deux également au point *E*; & de l'angle *A*, qui lui est oposé, je tire la ligne *AE*, ensuite je prolonge le côté *BA*, indéfiniment, & des points *D* & *C*, je mene à la ligne *AE*, les paralelles *DG*, & *CH*, cette preparation étant faite; considerés que si l'on supose le triangle *ABC*, composé d'une infinité d'élemens paralelles à la base *AC*, la ligne *BD*, les divisera tous en deux également; & qu'ainsi le centre commun de pésanteur de la somme de tous ces élemens sera dans l'un des points de la ligne *BD*; de même suposant encore le triangle *ABC*, composé d'une infinité d'élemens paralelles au côté *BC*, la ligne *AE*, les partageant en deux également, le centre de pésanteur de toute leur somme sera encore dans l'un des points de la ligne *AE*; or puisque le centre de gravité de tous les élemens du triangle de quelque sens qu'on puisse les prendre, est d'une part dans la ligne *BD*, & de l'autre dans la ligne *AE*, le centre de gravité du triangle sera donc au point *F*, où ces deux lignes se coupent; ainsi il faut faire voir présentement que le point *F*, est éloigné de *D*, du tiers de la ligne *BD*.

Pour cela remarqués en premier lieu, que dans le triangle *BHC*, le côté *BC*, est divisé en deux également au point *E*, & que la ligne *AE*, étant paralelle à *HC*, le côté *BH*, sera aussi divisé égale-

Digitized by Google

également au point *A*; en second lieu, que dans le triangle *AHC*, le côté *AC*, est divisé en deux également au point *D*; que *DG*, étant paralelle à *CH*, le côté *AH*, sera encore divisé en deux également au point *G*; or la ligne *AG*, étant moitié de *AH*, elle sera aussi moitié de *AB*, puisque nous avons prouvé que *AB*, étoit égal à *AH*, ainsi *AG*, sera le tiers de *BG*, mais comme dans le triangle *BGD*, *AF*, est paralelle à *GD*, il s'ensuit donc que la ligne *AG*, étant le tiers de *BG*, la ligne *FD*, sera le tiers de *BD*. *C. Q. F. D.*

Remarque premiere.

7. Pour appliquer ceci au triangle rectangle, qui est celui dont nous nous servirons le plus ordinairement dans la suite, remarqués selon le théoreme précédent, qu'ayant divisé la base *BC*, en deux également au point *D*: (car nous prenons ici un des petits côtés pour la base:) & tiré la ligne *AD*, le point *E*, qui est au tiers de cette ligne, sera le centre de gravité du triangle rectangle *ABC*, or si de ce point l'on abaisse la perpendiculaire *EF*, sur la base *BC*, elle sera la ligne de direction qui passe par le centre de gravité; mais *ED*, étant le tiers de *AD*, *DF*, sera le tiers de *BD*, à cause des paralelles *EF*, & *AB*; ainsi *FD*, sera la sixiéme partie de la base *BC*, & la ligne *BF*, étant double de *FD*, elle sera par consequent les deux sixiémes, ou ce qui est la même chose, le tiers de la base *BC*; l'on peut donc dire que dans un triangle rectangle, la ligne de direction *EG*, qui passe par le centre de gravité, passe aussi par le tiers de la base *BC*. FIG. 3.

Remarque seconde.

8. Si l'on avoit un triangle rectangle, & qu'on voulut réunir toute sa pesanteur, c'est-à-dire, sa superficie dans un des points de la ligne de direction, il n'y auroit qu'à diviser la base *BC*, en trois parties égales, & de l'extrémité *F*, du tiers qui répond à l'angle droit, abaisser une perpendiculaire *FG*, elle sera la ligne de direction que l'on demande; ainsi nommant *a*, la hauteur *AB*, du triangle; & *b*, la base *BC*; l'on aura $\frac{ab}{2}$ pour la valeur du poids *G*, dans lequel on supose que l'on a réüni la pésanteur, ou ce qui est la même chose, la superficie du triangle.

PROPOSITION

Digitized by Google

PROPOSITION TROISIE'ME.

THE'OREME.

9. *Si l'on a un Trapezoïde* ABCD, *&* *que par le milieu* O, *&* E, *des côtés paralelles* BC, *&* AD, *l'on tire la ligne* OE, *je dis que si l'on divise cette ligne en trois parties égales par les points* F *&* G, *le centre de gravité du Trapezoïde sera dans l'un des points de la partie du milieu* FG. FIG. 4.

DEMONSTRATION.

Si du point *E*, l'on mene les lignes *EB*, & *EC*, la figure sera divisée en trois triangles *BEC*, *ABE*, & *ECD*, or si par le point *G*, l'on mene la ligne *HI*, paralelle à *AD*, & qu'on divise les bases *AE*, & *ED*, en deux également aux points *M*, & *N*, pour tirer les lignes *BM*, & *CN*; il est constant que la paralelle *HI*, qui passera par le tiers de la ligne *BM*, & *CN*, donnera les points *K*, & *L*, qui seront les centres de gravité des triangles *ABE*, & *ECD*, par l'article 6e. Mais ces triangles sont égaux, puisqu'ils ont la même hauteur & des bases égales, leur centre commun de gravité sera donc dans le milieu de la ligne *KL*, par consequent au point *G*. D'autre côté le centre de gravité du triangle *BEC*, est au point *F*, puisque la ligne *OF*, est le tiers de *OE*, il s'ensuit donc que le centre commun de gravité de ce triangle & des deux autres *ABE*, & *ECD*, joints ensemble; c'est-à-dire, du Trapezoïde; est dans l'un des points de la ligne *FG*. *C. Q. F. D.*

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

10. *Trouver le centre de gravité d'un Trapezoïde.*

On vient de voir dans le Théoréme précédent que si la ligne *OE*, qui passe par le milieu des paralelles *BC*, & *AD*, étoit divisée en trois parties égales, que le centre de gravité de toute la Figure seroit dans l'un des points de la ligne *FG*. Or pour trouver ce point, nous regarderons la ligne *FG*, comme un lévier aux extrémités duquel seroient suspendus deux poids, dont celui de l'extré- FIG. 4.

mité *F*, feroit équivalent au triangle *BEC*, & l'autre de l'extrémité *G*, équivalent à la fomme des deux triangles *ABE*, & *ECD*; & fi l'on fupofe que le centre de gravité que l'on cherche foit au point *P*, il eft conftant que dans l'état d'équilibre, il y aura même raifon du triangle fufpendu au point *F*, à la partie *GP*, que de la fomme des triangles fufpendus au point *G*, à la partie *FP*, mais comme ces trois triangles ont la même hauteur, ils feront entr'eux comme leurs bafes; c'eft-à-dire, que le triangle *BEC*, fera à la fomme des deux triangles *ABE*, *ECD*, comme *BC*, eft à *AD*, ainfi pour que le point *P*, foit le centre commun de gravité de ces trois triangles ou du Trapezoïde, il faut donc que *BC*, foit à *AD*, comme *PG*, eft à *PF*, ce qui fait voir que pour trouver le centre de gravité d'un Trapezoïde, il faut par le milieu des paralelles *BC*, & *AD*, tirer la ligne *OE*, la partager en trois parties égales, & celle du milieu *FG*, en deux parties *FP*, *PG*, qui foient l'une à l'autre dans la raifon de *AD*, à *BC*, enforte que la plus grande partie, comme *FP*, réponde au plus petit côté *BC*, & que la plus petite, comme *PG*, réponde au plus grand *AD*, par exemple, fi *BC*, étoit le tiers ou la moitié de *AD*, il faudroit que la partie *PG*, fut le tiers ou la moitié de *FP*.

Comme il fuffit de favoir trouver le centre de gravité des Figures précédentes pour ce que nous avons à enfeigner dans ce Livre-ci, je ne parlerai point de ceux des autres Figures, comme de portions de Cercles, d'Ellipfe, &c. Parce que nous ferons enforte de nous en paffer, n'ayant pas voulu les donner, à caufe que les démonftrations de ces Problémes font extrémement longues par la Géometrie ordinaire, & que fi j'avois eû recours aux méthodes que fourniffent pour cela les nouveaux calculs, je me ferois expofé à n'être entendu que de très-peu de perfonnes, ces calculs n'étant connus que des Géomêtres du premier ordre.

CHAPI-

Digitized by Google

CHAPITRE SECOND.

Où l'on enseigne comme on trouve l'épaisseur des Murs que l'on veut mettre en équilibre par leur résistance, avec les puissances qui agiroient pour les renverser lorsque ces Murs sont élevés à plomb des deux côtés.

PROPOSITION PREMIERE.

Tirée des principes de la Mécanique, & qui doit servir de Lemme à quelques-unes des Propositions qu'on rencontrera dans la suite.

11. SI l'on a un lévier ou une balance *AB*, sans pésanteur, dont le point d'apui soit en *C*, & qu'il y ait à l'extrêmité *A*, un poids *M*, & au point *B*, une puissance *P*, en équilibre avec ce poids; on demande de transposer cette puissance à l'extrêmité *D*, du bras de lévier *CD*, plus grand que *CB*, ensorte qu'elle soit encore en équilibre. Fig. 5.

L'on sent bien que cette puissance agissant en *D*, n'aura pas besoin d'une si grande force qu'elle avoit en *B*, pour faire le même effet sur le poids *M*, puisque son action doit diminuer à mesure que le lévier augmente, or pour qu'elle fasse le même effet à l'extrémité *D*, qu'à l'extrémité *B*, il faut que multipliant la force qu'elle a en *B*, par le bras de lévier *CB*, l'on ait un produit égal à celui de la multiplication du bras de lévier *CD*, par l'effort qu'il faut qu'elle fasse en *D*, nommant x, ce second effort; c, le bras *CB*; & b, le bras *CD*; l'on aura $cb = bx$ ou bien $\frac{cp}{b} = x$; c'est-à-dire que pour avoir la force avec laquelle elle agira en *D*, il faut multiplier celle qu'elle avoit en *B*, par le bras de levier *CB*, & diviser le produit par toute la longueur *CD*, & le quotient sera ce que l'on demande. Voyez le Cours de Mathematiq. art. 195.

Mais si le bras de lévier au lieu d'être sur un seul alignement *ACB*, faisoit un angle comme font ceux du lévier recourbé *ABC*; il faudroit s'y prendre de la même façon pour transposer la puissance; c'est-à-dire, que si la puissance *F*, est apliquée à l'extrémité *E*, du bras *EB*, où elle agit selon une direction perpendiculaire Fig. 6.

lors l'on aura ay, pour la ſuperficie du paralellograme, ou ce qui eſt la même choſe, pour la valeur du poids G, or il ne s'agit donc que de connoître y.

V. le C. art. 494. Remarqués, que pour que la puiſſance & le poids ſoient en équilibre, il faut qu'ils ſoient dans la raiſon réciproque des bras du lévier, & comme on ſupoſe ici l'équilibre, l'on aura donc $bf, ay :: \frac{y}{2}, a$, qui donne $abf = \frac{ayy}{2}$ d'où effaçant a, de part & d'autre, & multipliant le premier membre par 2, pour faire évanoüir la fraction du ſecond, il vient $2bf = yy$, qui ſe réduit à cette derniere équation $\sqrt{2bf} = y$.

APLICATION.

Pour trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner à un Mur qui eſt pouſſé par le ſommet ſelon une direction perpendiculaire, il faut doubler le nombre qui exprime la valeur de la puiſſance & en extraire la racine quarrée, cette racine ſera ce que l'on demande, par exemple ſupoſant que la puiſſance bf, ſoit équivalente à un plan de 18 pieds quarrés, il faut doubler ce nombre pour avoir 36 pieds quarrès, dont la racine qui eſt 6, ſera l'épaiſſeur BC, que l'on cherche.

Si j'ai ſupoſé que la puiſſance étoit équivalente à un plan de 18 pieds quarrés, il ne faut pas que cela paroiſſe extraordinaire, puiſque, comme on l'a déja inſinué dans le ſecond article, les forces agiſſantes & réſiſtantes ne doivent être exprimées dans cette Mécanique qu'avec des plans, comme on en verra encore mieux la raiſon ailleurs.

Corollaire I.

Fig. 7. 16. Si l'on avoit un Mur AD, pouſſé par deux puiſſances qui agiſſent ſelon les directions LB, & KM, ou qui tirent de l'autre côté ſelon les directions AI & GH, & qu'on veut ſavoir quelle épaiſſeur il faudroit donner à ce Mur pour être en équilibre avec les deux puiſſances, il faut réünir la puiſſance H, avec la puiſſance I, c'eſt-à-dire, la tranſporter à l'extrêmité A, ſelon l'article 11[e]. & ſupoſant que la valeur de ces deux puiſſances ſoit exprimée par bf, l'on aura comme cy-devant $\sqrt{2bf} = y$.

Corol-

Digitized by Google

COROLLAIRE II.

17. De même si l'on avoit une puissance apliquée en E, qui tire de E, en H, & une autre aliquée en B, tirant de B, en K, & qu'on voulut connoitre qu'elle doit être l'épaisseur AD, pour que le Mur soit en équilibre par son poids, avec les deux puissances, en suposant que la puissance K, fait beaucoup plus d'effort au point B, que la puissance H, n'en fait au point E, il faut réduire la puissance H, à l'extrémité C, par l'article 11e. pour avoir la puissance I, qui sera oposée à la puissance K, ainsi étant sur un même alignement, il se fera une destruction de force; c'est-à-dire, que la puissance K, que nous avons suposée la plus grande des deux, sera diminuée de toute la puissance I; c'est pourquoi si l'on retranche la plus petite de la plus grande, & que l'on nomme la difference bf, tout le mécanisme se réduira encore à cette derniere équation $\sqrt{2bf} = y$. FIG. 16.

COROLLAIRE III.

18. Ayant un Mur AD, & une puissance K, apliquée à l'extrêmité A du lévier AC, qui tire de A en F, selon une direction oblique au bras du même lévier, voulant savoir quelle épaisseur il faut donner à la base CD, du Mur pour qu'il soit en équilibre par son poids avec l'effort de la puissance K; considerés que le poids I, équivalent à cette puissance n'aura pas tant de force en agissant selon la direction oblique AF, que si c'étoit selon une direction AN, perpendiculaire au lévier AC. Or si l'on abaisse du point d'apui C, la perpendiculaire CG, sur le prolongement FA, de la direction de la puissance, on pourra au lieu du bras de lévier CA, prendre le bras CG, & pour lors la proposition subsistera toûjours dans son entier, puisque l'on sait que la puissance est au poids dans la raison réciproque des perpendiculaires CG, & CL, abaissées sur les lignes de direction de la puissance & du poids, ainsi nommant la ligne CA, c; le lévier CG, a; & la base CD, y; l'on aura $bf, cy :: \frac{y}{2}, a$, qui donne $abf = \frac{cyy}{2}$ ou bien $\frac{\sqrt{2abf}}{c} = y$. FIG. 9. V. le C. art. 772.

APLICATION.

Pour avoir l'épaisseur CD, il faut multiplier la puissance I, par le lévier CD, diviser le produit par la hauteur AC, de la muraille, doubler le quotient & en extraire la racine quarrée qui donnera ce que l'on cherche.

CHA-

Digitized by Google

CHAPITRE TROISIE'ME.

Où l'on détermine quelle épaisseur il faut donner au sommet des Murs qui sont élevés à plomb d'un côté & en talud de l'autre, pour que ces Murs puissent être en équilibre par leur resistance, avec la poussée qu'ils ont à soûtenir.

IL y a aparence que dès les premiers tems que les Hommes se sont avisé de faire des revêtemens de Maçonnerie pour soûtenir des Terrasses ou des Rempars de Fortification, ils ont senti la necessité de leur donner du talud du côté du parement; mais l'on ne sait pas bien s'ils ont eu dessein de donner plus d'assiete à la base du Mur, ou si c'étoit seulement pour que les matériaux se soûtiennent mieux, à l'imitation de ce que l'on fait pour les ouvrages de Terrasse; car il ne paroît pas que leur vûe ait été de rendre les revêtemens capables de résister davantage à la poussée des terres, du moins les Architectes tant anciens que modernes qui ont écrit n'en font pas mention; & ce qui me feroit présumer qu'ils n'ont pas aperçû tout l'avantage des taluds, c'est qu'ils se sont contentés d'établir pour regle générale qu'il falloit donner aux Murs pour talud la cinquiéme partie de leur hauteur, & que dans bien des occasions où ils auroient pû en donner beaucoup plus pour ne point employer une quantité prodigieuse de matériaux superflus, ils ne l'ont pas fait; au contraire souvent il leur est arrivé de donner du talud à des Murs qui n'en devoient point avoir, & d'élever à plomb des deux côtés ceux qu'un talud auroit rendu capables d'une force beaucoup plus grande, même avec moins de maçonnerie. Cependant il est si naturel d'apercevoir qu'un Mur qui a du talud résiste mieux qu'un autre qui n'en à point, que, malgré tout ce que je pourrois dire pour confirmer ma pensée, j'aime mieux croire qu'ils ont vû que le talud étoit nécessaire, mais qu'ils n'ont eû là-dessus que des sentimens obscurs, ce qui ne peut arriver autrement quand on ne considere pas les choses dans leur principe; mais comme rien, en fait d'Architecture, ne me paroît plus nécessaire d'être bien entendu que ce qui vient de faire le sujet de cette petite Dissertation, je vais faire ensorte dans ce Chapitre d'en bien déveloper toutes les circonstances.

PROPOSITION

Digitized by Google

PROPOSITION PREMIERE.

PROBLÉME.

19. *Ayant un profil de Muraille* ABC, *triangulaire dont le point d'apui est en* C, *& qu'une puissance pousse de* K, *en* B, *pour la renverser du côté oposé, on demande quelle épaisseur il faudra donner à la base* AC, *pour que le poids* G, *qu'on supose équivalent à la superficie du triangle, soit en équilibre avec la puissance* K.

Pour bien entendre ce Probléme, il faut considerer les côtés *CB*, & *CE*, de l'angle *BCE*, comme formant un lévier recourbé dont le point d'apui est en *C*, que la puissance *K*, étant apliquée à l'extrêmité *B*, du bras *CB*, pousse selon une direction paralelle à l'horison, & par consequent oblique au bras de lévier, & que le poids *G*, est apliqué à l'extrêmité *E*, de l'autre bras *CE*, qui est terminé par la ligne de direction *IL*, tirée du centre de gravité *I*, du triangle. Or comme c'est la même chose que la puissance *K*, pousse de *K*, en *B*, ou qu'elle tire de *B*, en *H*, selon une direction toûjours paralelle à l'horison, nous suposerons pour plus de facilité que le poids *F*, est équivalent à cette puissance, & abaissant la perpendiculaire *CD*, sur la ligne *BH*, la longueur du bras de lévier oblique *CB*, par raport à la puissance, sera réduite à la ligne *CD*, par l'article 18e, & par-là la puissance *K*, ou *F*, pourra être admise dans son entier, en suposant qu'elle est apliquée à l'extrêmité *D*, de la perpendiculaire *CD*, que nous regarderons présentement comme un des bras de lévier. Si l'on nomme ce bras de lévier, c; aussi-bien que la hauteur *BA*, qui lui est égale, y, la base *CA*; l'on aura $\frac{2y}{3}$ pour l'autre bras *CE*, (puisque par l'article 7e la partie *AE*, est le tiers de toute la base *AC*,) cela étant, le poids *G*, sera $\frac{yc}{2}$, ainsi l'on aura $bf, \frac{yc}{2} :: \frac{2y}{3}, c$, qui donne cette équation $\frac{2yyc}{6} = bcf$, qu'on rendra plus simple en faisant la réduction, puisqu'on n'aura plus que $\frac{yy}{3} = bf$, ou bien $y = \sqrt{3bf}$, qui fait voir qu'on trouvera la base *AC*, en triplant la puissance *K*, ou *F*, & en extrayant la racine quarrée de ce produit.

Fig. 15.

Remar-

Digitized by Google

Remarque premiere.

20. L'on doit remarquer ici que de toutes les figures que l'on peut donner à un profil de muraille qui a quelque pouſſée à ſoûtenir, il n'y en a point où il faille moins de maçonnerie que dans celle qui eſt triangulaire, parce que le lévier CE, gagne par ſa
FIG. 15. longueur ce que le poids G, a de moins provenant d'un triangle, que s'il provenoit d'un paralellograme, ce que je vais démontrer.

Ayant le paralellograme rectangle AD, dont la hauteur ſoit
FIG. 10. égale à celle du triangle précédent, & que la puiſſance qui pouſſe de K, en C, ou tire de C, en G, ſelon une direction paralelle à l'horiſon, agiſſe avec la même force que celle du triangle ABC, l'on ſait que pour avoir l'épaiſſeur BD, il faut
* Art. 15. doubler la puiſſance K, & en extraire la racine quarrée, * puiſqu'après avoir fait les opérations ordinaires, il vient pour derniere équation $\sqrt{2bf} = y$, & comme nous venons d'avoir $\sqrt{3bf} = y$ pour la baſe du triangle, l'on peut donc dire que la ſuperficie du profil rectangle AD, ſera à celle du profil triangulaire, comme $\sqrt{2bf}$ eſt à la moitié de $\sqrt{3bf}$, puiſque ne prenant que la moitié de la baſe du triangle, l'on peut regarder cette moitié comme la baſe du rectangle égal au triangle, mais la moitié de $\sqrt{3bf}$ eſt beaucoup moindre que $\sqrt{2bf}$, & pour en être convaincu, il n'y a qu'à faire
FIG. 14. un triangle rectangle & iſocelle ABC, & ſupoſer que chaque quarré des côtés BA, & BC, eſt égal à bf, cela étant, l'hypotenuſe AC, ou ce qui eſt la même choſe, $\sqrt{2bf}$, pourra être regardée comme exprimant la baſe BD, du profil rectangle, & ſi l'on fait un autre triangle rectangle ACD, dont le côté CD, ſoit égal à CB, l'hypotenuſe AD, exprimera la baſe AC, du profil triangulaire, & diviſant cette hypotenuſe en deux également au point E, ſa moitié AE, ſera la baſe du paralellograme égal au triangle, ainſi la ſuperficie du profil rectangle ſurpaſſera autant celle du profil triangulaire, que la ligne AC, ſurpaſſe la moitié de la ligne AD, ce que l'on ne peut pas exprimer en nombre bien exactement à cauſe des incommenſurables, cependant on peut dire que la maçonnerie du profil triangulaire eſt à celle du profil rectangle, à peu-près comme 11. à 18. ce qui fait voir qu'il y a plus d'un tiers moins dans le premier que dans le ſecond.

Il ne faut pas trouver étrange qu'on ſupoſe ici un profil triangulaire, nous ſavons bien qu'on ne fait pas de Mur qui ſoit terminé en

Digitized by Google

en arrête comme eſt celui-ci, c'eſt pourquoi on ne doit regarder cette propoſition que comme pouvant ſervir à l'intelligence des autres.

Remarque ſeconde.

21. Selon la Remarque précédente, l'on voit combien il eſt de conſéquence d'avoir égard à la longueur des léviers pour régler l'épaiſſeur des Murs qu'on veut mettre en équilibre avec l'effort qu'ils ont à ſoûtenir, & que voici la ſeule voïe par laquelle on peut connoître ce point d'équilibre. C'eſt à quoi *Mr. Bullet* & pluſieurs autres n'ont fait aucune attention dans les régles qu'ils ont crû donner ſur ce ſujet, auſſi ſont-ils tombés dans des erreurs fort groſſieres.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLE'ME.

22. *Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner au ſommet des Murs qui ſont élevés à plomb d'un côté & qui ont un talud de l'autre, pour être en équilibre par leur reſiſtance avec la force de la puiſſance qui voudroit les renverſer.*

L'on donne, comme nous l'avons dit, pour talud aux Murs des Rempars ou des Terraſſes, la cinquiéme partie de leur hauteur; c'eſt-à-dire, que ſupoſant *BG*, de 30 pieds, les lignes *BI*, & *GH*, FIG. II.
ſeront chacune de 6 pieds; ainſi quand on cherche quelle épaiſſeur il faut donner à ces ſortes de Murs, l'on a toûjours le triangle *GBH*, connu, & le Probléme ne roule plus que ſur l'épaiſſeur qu'il faut donner à la partie *BD*, ou *FG*, qui étant inconnue nous la nommerons y; la hauteur *BG*, ſera nommée c; & la ligne de talud *GH*, d; cela étant, l'on aura yc, pour la valeur du poids *N*, & $\frac{cd}{2}$ pour le poids *M*; on peut donc dire que le poids *N*, eſt ſuſpendu à l'extrémité *L*, du bras de lévier *HL*, & le poids *M*, à l'extrémité *P*, du bras *HP*, qui eſt égal aux deux tiers de la baſe *GH*, du triangle par l'article 7ᵉ. Or comme on ne ſe ſervira que du bras *HL*, il faut donc ſelon l'art. 11ᵉ. réünir le poids *M*, au poids *N*, de maniere qu'il ne péſe pas plus en *L*, qu'il fait en *P*, ainſi je multiplie le poids *M*, $(\frac{cd}{2})$ par ſon bras de lévier *HP*, $(\frac{2d}{3})$

 pour

pour avoir le produit $\frac{2cdd}{6}$ ou bien $\frac{cdd}{3}$ qu'il faut diviser par le bras HL, $(\frac{y+2d}{2})$ & le quotient $\frac{\frac{cdd}{3}}{\frac{y+2d}{2}}$ fera le poids M, apliqué au point L, lequel étant ajoûté avec le poids N, donnera $N+M$, $(cy+\frac{\frac{cdd}{3}}{\frac{y+2d}{2}})$ qu'on pourra si l'on veut considerer comme ne faisant que le seul poids O, qu'il faut supposer être en équilibre avec la puissance K, $(bf,)$ ainsi le produit de la puissance K, par la perpendiculaire HI, $(c,)$ qui est équivalente à son bras du lévier par l'article 18e. sera égal au produit du poids O, par son bras de lévier HL, pour lors le premier produit donnera bcf, & le second $\frac{cyy+2cdy}{2}+\frac{cdd}{3}$, car il est à remarquer qu'ayant $cy+\frac{\frac{cdd}{3}}{\frac{y+2d}{2}}$ à multiplier par $\frac{y+2d}{2}$, il n'y a que le premier terme cy, à multiplier effectivement, puisque pour le second $\frac{\frac{cdd}{3}}{\frac{y+2d}{2}}$ il suffit de suprimer tout-à-fait le diviseur $\frac{y+2d}{2}$ pour que la grandeur $\frac{cdd}{3}$ soit multipliée par le bras de lévier LH, car c'est multiplier une grandeur par son diviseur que de ne pas la diviser quand elle doit l'être.

Comme les deux produits précédens donnent cette équation $\frac{cyy+2cdy}{2}+\frac{cdd}{3}=bcf$, il ne s'agit plus que d'en dégager l'inconnuë y, en faisant passer $\frac{cdd}{3}$ du premier membre dans le second, & effacer la lettre c, pour avoir $yy+2dy=2bf-\frac{2dd}{3}$, mais comme il manque dd, au premier membre pour faire un quarré parfait, * je l'ajoûte de part & d'autre, & il vient $yy+2dy+dd=2bf-\frac{2dd}{3}+dd$ ou bien $yy+2dy+dd=2bf+\frac{dd}{3}$, & extrayant la racine quarrée de cha-

* V. le C. art. 120.

Digitized by Google

chaque membre l'on a $y+d=\sqrt{2bf+\frac{dd}{3}}$, ou enfin $y=\sqrt{2bf+\frac{dd}{3}}-d$

APLICATION.

Supofant que la puiffance *K*, de quelque part qu'elle puiffe venir, foit exprimée par 52 pieds $\frac{1}{2}$, l'on aura par confequent $bf=52\frac{1}{2}$ or comme la derniere équation que nous avons trouvée montre qu'il faut pour avoir l'épaiffeur *BD*, doubler la valeur de la puiffance qui donne 105. ajoûter à cette quantité le tiers du quarré de la ligne de talud *BI*, ou *GH*, & cette ligne ayant été fupofée 6 pieds, fon quarré fera 36 dont le tiers eft 12. qui étant ajoûté avec 105, donne 117, dont il faut extraire la racine quarrée, que l'on trouvera de 10 pieds 9 pouces 8 lignes qui eft l'épaiffeur de la bafe *FH*, de laquelle retranchant la valeur de *d*, c'eft-à-dire, la valeur de la ligne de talud, l'on aura 4 pieds 9 pouces 8 lignes, qui eft l'épaiffeur qu'il faut donner au fommet de la muraille pour être en équilibre par fon poids avec la puiffance *K*.

Cette propofition nous fervira dans le quatriéme Chapitre à trouver l'épaiffeur qu'il faut donner au fommet des Murs des Rempars pour être en équilibre avec la pouffée des Terres.

Remarque premiere.

23. Quand on a plufieurs poids apliqués à differens endroits d'un bras de lévier, à mettre en équilibre avec une puiffance, il n'eft pas toûjours néceffaire de réünir les poids ou de les fupofer réünis en un feul, puifqu'il fuffit de les multiplier chacun par le bras de lévier qui lui répond, c'eft-à-dire, par la diftance qu'il y a du point d'apui aux endroits où ces poids font apliqués, parce que la multiplication rétablit ce que la divifion peut ôter: ainfi dans le problême précédent, au lieu de multiplier le poids *M*, par fon bras de lévier *HP*, & divifer enfuite le produit par le bras *HL*, pour en réünir le quotient au poids *L*, il auroit fuffi de multiplier le poids *M*, & *N*, chacun par leur bras de lévier, c'eft-à-dire par leur diftance au point d'apui, puifque d'une façon comme de l'autre on aura toûjours $\frac{cyy+2cdy}{2}+\frac{cdd}{3}$ pour l'un des membres de l'équation, dont l'autre fera, comme à l'ordinaire, le produit de la puiffance agiffante par le bras de levier qui lui répond; c'eft pour-

 quoi

Digitized by Google

quoi dans la suite on se passera autant qu'on le pourra de ces sortes de divisions pour rendre les opérations moins composées.

Remarque seconde.

24. On peut s'apercevoir ici combien le talud qu'on donne à l'une des faces d'un mur, changeroit la résistance de ce mur, si la puissance au lieu de tirer de *B*, en *K*, tiroit de *D*, en *A*, pour cela il faut chercher le centre commun de gravité des poids *M*, & *N*, qui sera dans un des points du lévier *LP*, aux extrêmités duquel ces poids sont suspendus, que l'on apercevra en divisant la ligne *LP*, au point *R*, de façon que *LR*, soit à *RP*, comme le poids *M*, est au poids *N*, mais ces deux poids sont l'un à l'autre comme la moitié de *GH*, est à toute la ligne *GF*, or considerant ces deux poids *M*, & *N*, comme étant réünis dans le seul poids *Q*, l'on aura le bras de lévier *RH*, quand il s'agira du point d'apui *H*, & le bras de lévier *FR*, quand le point d'apui sera suposé en *F*, & si l'on fait attention que le bras de lévier *DF*, a la même longueur que *IH*, & que le poids *Q*, ne change point de situation, l'on verra que la puissance qui tire de *B*, en *I*, est à celle qui tire de *D*, en *A*, comme le bras *HR*, est au bras *FR*.

Remarque troisiéme.

Fig. 12. & 13. Il y a encore une Remarque à faire, qui est, qu'ayant deux murs *AD*, & *FI*, de même hauteur, le premier élevé à plomb des deux côtés, & le second avec un talud égal de chaque côté, ce dernier quoiqu'égal au précédent en solidité, resistera beaucoup plus que l'autre à l'effort d'une puissance qui voudroit le renverser à droite ou à gauche, car suposant que l'épaisseur du sommet *FG*, ne soit que les deux tiers de celle du sommet *AB*, mais qu'en récompense, la base *HI*, soit plus grande que *CD*, du tiers de la même *CD*, les poids *M*, & *N*, qui exprimeront les superficies *AD*, & *FI*, seront égaux; & comme les bras de lévier *DB*, & *IL*, sont aussi égaux, les puissances *P*, & *Q*, seront donc dans la raison des bras de lévier *LK*, & *DE*, ainsi la puissance *P*, ne sera que les trois quarts de la puissance *Q*, par la même raison si l'épaisseur *FG*, n'étoit que la moitié de *AB*, la puissance *P*, ne seroit que les deux tiers de la puissance *Q*, ce qui prouve bien la nécessité de donner du talud aux murs.

PROPO-

Digitized by Google

PROPOSITION TROISIEME.

PROBLÊME.

25. *Voulant élever un Mur dont l'épaisseur* BC, *au sommet soit donnée, aussi-bien que sa hauteur* BA; *on demande quelle doit être la ligne de talud* DE, *pour que ce Mur étant poussé de* M, *en* B, *ou tiré de* C, *en* K, *par une puissance, le Mur* ABCD, *soit en équilibre avec cette puissance.*

Ayant nommé *BC*, ou *AD*, *a*; la hauteur *CD*, *c*; la ligne de talud *DE*, *y*; la superficie du rectangle *ABCE*, sera *ac*, qu'on pourra considerer comme la valeur du poids *H*, suspendu au point *F*, milieu de la ligne *AD*, le triangle *DCE*, sera $\frac{cy}{2}$ qu'on pourra aussi considerer comme exprimant la valeur du poids *I*, suspendu au point *G*, qui est au deux tiers de la ligne *DE*; or si l'on multiplie chacun de ces poids par leur bras de lévier, ou par leur distance au point d'apui, * & qu'on ajoûte ces deux produits ensemble, l'on aura $\frac{aac + 2acy}{2} + \frac{cyy}{3}$ qui est une quantité égale au produit de la puissance *bf*, par son bras de lévier *EL*, ce qui donne cette équation $\frac{aac + 2acy}{2} + \frac{cyy}{3} = bcf$, ou bien $yy + 3ay = 3bf - \frac{3aa}{2}$ or pour dégager l'inconnuë *y*, il faut ajoûter à chaque membre de cette équation le quarré de la moitié du coëficien du second terme, c'est-à-dire le quarré de $\frac{3a}{2}$ qui est $\frac{9aa}{4}$ & pour lors l'on aura $yy + 3ay + \frac{9aa}{4} = 3bf - \frac{3aa}{2} + \frac{9aa}{4}$ dont le premier membre est un quarré parfait, ainsi extrayant la racine quarrée de cette équation, l'on aura $y + \frac{3a}{2} = \sqrt{3bf - \frac{3aa}{2} + \frac{9aa}{4}}$ ou bien $y = \sqrt{3bf - \frac{3aa}{2} + \frac{9aa}{4}} - \frac{3a}{2}$, mais comme on peut réduire $-\frac{3aa}{2} + \frac{9aa}{4}$ en leur donnant un dénominateur commun, l'on aura $+\frac{3aa}{4}$, par consequent l'équation précedente sera

FIG. 17.

* Art. 23.

y

$y = \sqrt{3bf + \frac{3aa}{4}} - \frac{3a}{2}$ qui donne l'expreſſion la plus ſimple qu'on puiſſe avoir de la valeur de la ligne *DE*.

APLICATION.

Comme je n'ai voulu obmettre aucun des principaux cas qui peuvent ſe rencontrer dans la conſtruction des Ouvrages de Maçonnerie, j'ai ſupoſé ici qu'il s'agiſſoit de conſtruire un Mur dont l'épaiſſeur au ſommet devoit être déterminée pour des raiſons qui obligeroient d'en uſer ainſi, & que ce Mur ayant à ſoûtenir l'effort d'une puiſſance devoit avoir neceſſairement un certain talud pour que la longueur du lévier qui répond à la baſe étant augmentée, ſupléât au deffaut d'epaiſſeur qu'on auroit donnée au ſommet, parce qu'il faut s'imaginer que ſi le Mur avoit été fait à plomb des deux côtés, l'épaiſſeur qu'on veut lui donner ne ſuffiroit point pour réſiſter à l'effort de la puiſſance, par conſéquent le Probléme ſe réduit à trouver la ligne de talud *DE*. Or comme l'équation $y = \sqrt{3bf + \frac{3aa}{4}} - \frac{3a}{2}$ vient de nous la donnner, il ne s'agit plus que d'avoir des nombres qui expriment les lettres du ſecond membre; c'eſt pourquoi nous ſupoſerons que la puiſſance bf, vaut 50 pieds quarrez, & que a, c'eſt-à-dire la ligne *AD*, ou *BC*, eſt de 4 pieds, ainſi comme il n'y a que ces deux grandeurs qui ſe trouvent dans l'équation, il nous reſte à les joindre enſemble de la façon qu'elles y ſont, c'eſt-à-dire qu'au lieu de bf, l'on aura 150, qu'au lieu de $\frac{3aa}{4}$ l'on aura $\frac{48}{4}$ ou bien 12 qui eſt la même choſe, ainſi joignant 150 avec 12, l'on aura 162 dont il faut extraire la racine quarrée que l'on trouvera de 12 pieds 8 pouces 9 lignes. Mais l'équation nous montre que de cette racine il en faut ſouſtraire $\frac{3a}{2}$ ou bien 12 diviſé par 2 qui eſt 6, & que la difference ſera la valeur de y, retranchant donc 6 de la racine précédente, il reſtera 6 pieds 8 pouces 9 lignes pour la ligne de talud *DE*, que l'on cherche.

PROPOSITION

Digitized by Google

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

26. *Ayant le profil* ABCD, *d'un Mur élevé à plomb des deux côtés, & dont l'épaiſſeur* BC, *eſt tellement proportionnée à la bateur* CD, *que ce Mur ſoit en équilibre par ſon poids avec la puiſſance* P, *qui tire de* C, *en* E, *on demande de changer ce profil-là en un autre* IGHL, *qui lui ſoit égal en ſuperficie, & en hauteur, & dont le côté* GI, *ſoit perpendiculaire, pour que ce ſecond ſoit en équilibre par ſa réſiſtance à une puiſſance* Q, *dont la force ſeroit double de la puiſſance* P. Fig. 18. & 19.

Pour cela nous nommerons *BC*, a; *CD*, de même que *GI*, c; *GH*, ou *IK*, x; *KL*, y; la puiſſance *P*, ſera bf, comme à l'ordinaire, & la puiſſance *Q*, $2bf$; cela poſé, la ſuperficie du rectangle *IGHK*, ou ſi l'on veut le poids *N*, ſera xc, & celle du triangle *KHL*, ou le poids *S*, ſera $\frac{yc}{2}$, & ces deux poids étant multipliés par leur bras de lévier *, réüniſſant leur produit, on aura une quantité égale au produit de la puiſſance par ſon bras de lévier, c'eſt-à-dire $\frac{xxc + 2yxc}{2} + \frac{yyc}{3} = 2bfc$, ou diviſant tous les termes par c, l'on aura $\frac{xx + 2yx}{2} + \frac{yy}{3} = 2bf$; mais comme le rectangle *BD*, (ac) eſt ſupoſé égal au Trapezoïde *IGHL*, il viendra encore cette équation $ac = cx + \frac{cy}{2}$, d'où dégageant l'inconnuë y, l'on aura $y = 2a - 2x$, & ſubſtituant la valeur de y, dans l'équation $\frac{xx + 2xy}{2} + \frac{yy}{3} = 2bf$, cela donne $\frac{xx}{2} + 2ax - 2xx + \frac{4aa - 8ax + 4xx}{3} = 2bf$, qui, étant réduite, donne $4aa - 2ax - \frac{xx}{2} = 6bf$, ou bien $\frac{xx}{2} + 2ax = 4aa - 6bf$, & faiſant évanoüir la fraction l'on a $xx + 4ax = 8aa - 12bf$, à quoi ajoûtant $4aa$ de part & d'autre pour rendre le premier membre un quarré parfait, il viendra $xx + 4ax + 4aa = 12aa - 12bf$, d'où l'on tire $x = \sqrt{12aa - 12bf} - 2a$, après avoir extrait la racine quarrée.

* Art. 23.

Digitized by Google

APLICATION.

L'on ſait que la puiſſance P, étant en équilibre avec le poids *O*, l'on a* $a = \sqrt{2bf}$, ainſi ſupoſant $bf = 72$, il vient $12 = \sqrt{2bf}$, par conſéquent l'épaiſſeur *BC*, ſera de 12 pieds, quant à la hauteur *CD*, nous la ſupoſerons de 30, quoiqu'on puiſſe s'en paſſer ici; préſentement pour connoître la valeur de x, j'entend l'épaiſſeur *GH*, il ne faut que ſuivre ce qui eſt indiqué dans l'équation derniere, c'eſt-à-dire, ôter de $12aa$, qui valent 1728, $12bf$, qui eſt 864 & extraire la racine quarrée de la difference pour avoir 29 pieds 4 pouces 8 lignes, d'où ſouſtrayant la valeur de $2a$, qui eſt 24 pieds, l'on aura 5 pieds 4 pouces 8 lignes pour la valeur de x, ou l'épaiſſeur *GH*, par le moyen de laquelle il ſera facile d'avoir la ligne *KL*, ou y, que l'on trouvera de 13 pieds 2 pouces 8 lignes, à quoi ajoûtant la valeur de x, il viendra 18 pieds 7 pouces 4 lignes pour la baſe *IL*, du Mur: or comme le rectangle *AC*, ayant 12 pieds de baſe ſur 30 de hauteur vaut 360 pieds de ſuperficie, & que celle du Trapezoïde *IGHL*, en vaut autant (comme il eſt aiſé de s'en convaincre ſi l'on en fait le calcul) il s'enſuit donc qu'on a ſatisfait exactement aux conditions du Problême.

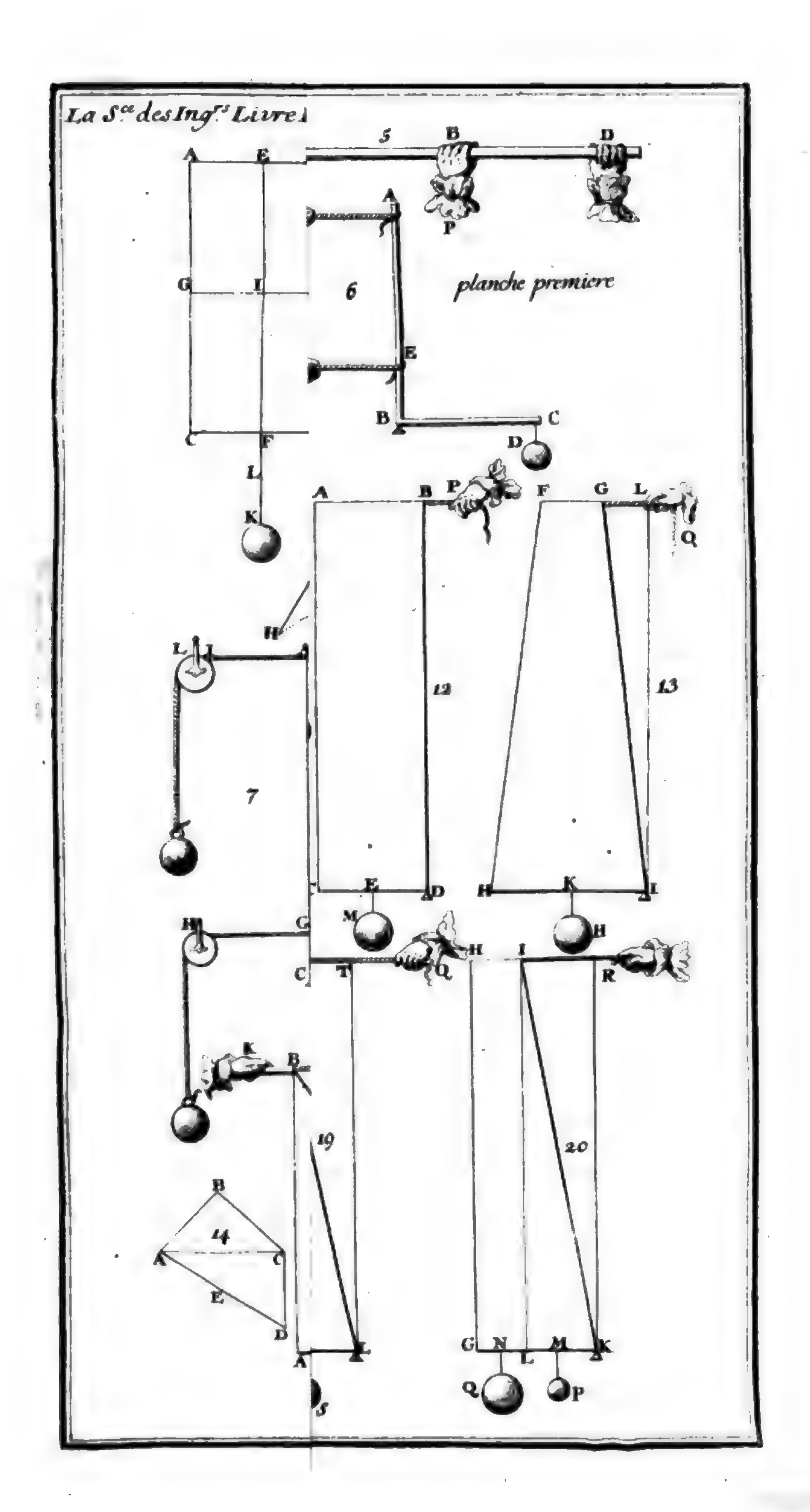
* Art.

Remarque.

27. L'on pourroit encore rendre le ſecond profil capable de ſoûtenir l'effort d'une puiſſance plus grande que $2bf$, car moins le ſommet du revêtement aura d'épaiſſeur, & plus la ligne de talud augmentera la longueur du bras de lévier *ML*, par conſéquent la réſiſtance du Mur, & cette augmentation pourra toûjours aller en croiſſant tant que le point *H*, ſoit confondu avec le point *G*, c'eſt-à-dire que la ligne *GH*, ſoit réduite à zero; parce qu'alors le profil deviendra un triangle rectangle, qui eſt la figure capable de ſoûtenir la plus grande puiſſance qu'il eſt poſſible, comme on l'a vû dans l'article 20ᵉ, & je trouve ici que ſi le premier profil étoit changé en triangle, au lieu de ſoutenir en équilibre une puiſſance de 72 pieds, il en ſoutiendroit une de $145 \frac{1}{3}$.

PRO-

Digitized by Google



La Sce des Ingrs Livre I
planche premiere
5
6
7
12
13
14
19
20

Digitized by Google

PROPOSITION CINQUIE'ME.

PROBLE'ME.

28. *Ayant comme dans le Probléme précédent un profil rectangulaire* AC, *en équilibre par son poids avec une puissance* P, *on demande un autre profil* GHIK, *qui ait la même hauteur, que le précédent, mais dont la superficie n'en soit que les trois quarts, avec cette condition que le Mur* GHIK, *soit encore en équilibre par sa résistance à l'effort de la puissance* P, *qu'on supose agir toûjours avec la même force.* Fig. 18. & 20.

Nommant les lignes *BA*, ou *HG*, c; *AD*, a; *HI*, ou *GL*, x; *LK*, y; l'on aura ac, pour le rectangle *BD*, cx, pour le rectangle *HL*, ou si l'on veut pour le poids *Q*, & $\frac{cy}{2}$ pour le triangle *ILK*, qui est la même chose que le poids *P*; or comme le Trapeze *GHIK*, ne doit être que les trois quarts du rectangle *BD*, l'on aura donc $\frac{3ac}{4} = cx + \frac{cy}{2}$, & si l'on réünit le poids *Q*, avec le poids *P*, après les avoir multipliés par leur bras de léviers, l'on aura une quantité égale au produit de la puissance *P*, qui est toûjours bf, par le bras de lévier *KR*, ce qui donne cette seconde équation $\frac{xxc}{2} + xyc + \frac{yyc}{3} = bcf$, ou en effaçant de tous les termes la lettre c, $\frac{xx}{2} + xy + \frac{yy}{3} = bf$, mais si dans la premiere équation $\frac{3ac}{4} = cx + \frac{yc}{2}$ l'on dégage y, l'on aura $\frac{6a}{4} - 2x = y$, & suposant $\frac{6a}{4} = n$, pour plus de facilité, l'on aura $n - 2x = y$. Si presentement l'on substituë la valeur de y, dans l'équation $\frac{xx}{2} + yx + \frac{yy}{3} = bf$, elle sera changée en celle-cy $\frac{xx}{2} + nx - 2xx + \frac{nn - 4nx + 4xx}{3} = bf$, d'où faisant évanoüir la fraction l'on a $3xx + 6nx - 12xx + 2nn - 8nx + 8xx = 6fb$, qui étant réduite donne $2nn - xx - 2nx = 6bf$, ou bien $2nn - 6bf = xx + 2nx$; or si à

ſi à cette équation l'on ajoûte nn de part & d'autre, l'on aura $3nn - 6bf = xx + 2nx + nn$, dont extravant la racine quarrée & dégageant l'inconnuë, il vient enfin $\sqrt{3nn - 6bf} - n = x$, qui donne la valeur de l'épaiſſeur *HI*.

Pour avoir l'autre inconnuë y, nous ſupoſerons $\sqrt{3nn - 6bf} - n = d$, pour lors l'on aura $2d = 2x$, & mettant la valeur de $2x$, dans l'équation, $n - 2x = y$, l'on aura $n - 2d = y$.

APLICATION.

Fig. 18. & 20. Comme nous avons ſupoſé $\frac{6a}{4} = n$, & que a, vaut 12 pieds de même que dans le Probléme précédent, n, ſera donc de 18, par conſequent $3nn$, vaudront 972 pieds. Or comme bf, vaut encore 72, ſi l'on ſouſtrait $6bf$, c'eſt-à-dire ſa valeur qui eſt 432 du nombre précédent, l'on aura 405 pour la difference, dont extrayant la racine quarrée, on la trouvera de 23 pieds 3 pouces, de laquelle ôtant la valeur de n, qui eſt 18, l'on verra que l'épaiſſeur *HI*, doit être de 5 pieds 3 pouces, & que par conſéquent la ligne de talud *LK*, c'eſt-à-dire, y, vaut 7 pieds 6 pouces, à laquelle ajoutant *GL*, je veux dire, 5 pieds 3 pouces, l'on aura 12 pieds 9 pouces pour toute la baſe *GK*; ce qui eſt bien évident puiſqu'un Trapezoïde qui auroit 30 pieds de hauteur, & pour côtés paralelles une ligne de 5 pieds 3 pouces & une autre de 12 pieds 9 pouces, vaudra 270 pieds de ſuperficie qui eſt juſtement les trois quarts du rectangle *BD*, qui en doit valoir 360.

Remarque.

29. L'on pourroit, ſi l'on vouloit, diminuer encore la Maçonnerie du Probléme précédent, en ne ſupoſant la ſuperficie du ſecond profil, que des deux tiers de celle du premier, & pour lors l'on trouvera que x, ou ſi l'on veut, le ſommet du Mur, ne doit avoir que 2 pieds d'épaiſſeur; mais comme il y a des cas où cette épaiſſeur ne ſuffiroit pas pour des murs qui ont à ſoûtenir certaine pouſſée, on ſera le maître de ne diminuer le Mur que d'un quart ou d'un cinquiéme, plus ou moins, ſelon les occaſions; tout ce que l'on doit remarquer, c'eſt que ſi la diminution qu'on voudroit faire étoit trop grande, on s'en apercevroit en donnant aux termes du premier membre de l'équation $\sqrt{3nn - 6bf} - n = x$, la valeur en nombre des lettres qui le compoſent, car ſi l'on trouve, par exem-

Digitized by Google

exemple, que $3nn$, soient moindres que $6bf$, c'est une marque que ce Probléme est impossible; que si l'on trouve $\sqrt{3nn - 6bf} = n$, c'est un signe que x, est égal à zero, c'est-à-dire que le sommet du Mur sera la pointe d'un triangle dont l'épaisseur sera zero.

CHAPITRE QUATRIE'ME.

De la maniere de calculer la poussée des Terres que soûtiennent le revêtemens des Terrasses & des Rempars, afin de savoir l'épaisseur qu'il faut leur donner.

PRINCIPE TIRE' DE LA ME'CANIQUE.

30. SI l'on a un poids *H*, sur un plan incliné *AC*, & une puissance *K*, qui soûtienne ce poids selon une direction *EK*, paralelle à l'horison, il est démontré dans la Mécanique que la puissance *K*, est au poids comme la hauteur *AB*, du plan incliné est à la longueur *BC*, de la base, or si l'on supose que la hauteur *AB*, soit égale à la base *BC*, c'est-à-dire que la ligne *AC*, soit la diagonale d'un quarré, la puissance sera égale au poids, mais comme c'est la même chose que la puissance tire de *E*, en *K*, ou soit apliquée au poids même, comme est la puissance *P*, qui pousse par une direction diamêtrale *EG*, paralelle à l'horison, on peut donc dire que la puissance *P*, a besoin d'une force égale au poids pour le soûtenir en équilibre. PLANCH. 2. FIG. 1. V. le C. art. 781. & 786.

Principe d'Experience.

31. C'est une chose démontrée par l'experience, que les Terres ordinaires, quand elles sont nouvellement remuées & mises les unes sur les autres sans être battuës ni entre-lassées par aucun fascinage, prennent d'elles-mêmes une pente ou talud, qui fait avec l'horison un angle de 45 degrés, ou qui suit la diagonale d'un quarré : je dis que cela arrive aux Terres ordinaires; car nous n'ignorons pas que si elles étoient sablonneuses, elles ne fassent un angle plus aigu, & qu'au contraire si elles étoient grasses & fortes elles n'en fassent un plus ouvert, mais pour tabler sur quelque chose de fixe, nous avons suposé une terre qui tiendroit un milieu entre ces deux-ci.

Digitized by Google

Fig. 2. Prévenus de cela, imaginons que contre une Muraille *A*, on ait ramassé des Terres soutenuës de l'autre côté par une surface *DE*, qu'une puissance *Q*, qui la maintient peut ôter librement ; ces Terres étant renfermées dans l'espace *BCDE*, comme dans une caisse, dont le profil *CD*, seroit un quarré, il est constant que si l'on ôtoit la surface *DE*, pour laisser aux Terres la liberté d'agir, qu'il s'en ébouleroit une partie, & qu'il ne resteroit que celles du triangle *CBE*, & que par conséquent la puissance *Q*, soûtient toute la poussée des Terres du triangle *BDE*, je veux dire l'effort qu'elles font pour rouler le long du Plan incliné *BE*, il s'ensuit donc que la puissance *Q*, auroit besoin d'une force exprimée par le triangle *BDE*, si effectivement les Terres s'ébouloient avec autant de facilité qu'un corps Spherique roule sur un Plan incliné bien poli, mais comme leur tenacité fait que leurs parties ne peuvent se détacher pour s'ébouler, sans rencontrer beaucoup d'obstacles, il est certain, comme l'experience le fait voir, qu'elles ne font pas seulement la moitié de l'effort contre la surface *DE*, qu'elles feroient si elles étoient ramassées dans un corps Spherique, ainsi on peut donc considerer la puissance *Q*, comme équivalente à un Plan qui seroit exprimé par la moitié du triangle *BDE*, pour être en équilibre avec la poussée des Terres, ce qui convient d'autant mieux avec la pratique qu'on ne les employe jamais pour élever des Rempars, des Terrasses, des Chaussées, &c. qu'elles ne soient bien battuës, & qu'on n'en ait pour ainsi dire augmenté la tenacité.

Comme c'est sur ce principe que nous agirons dans la suite, on remarquera que si l'on supose les lignes *BD*, & *DE*, chacune de deux pieds, la superficie du triangle sera de deux pieds quarrés, & la puissance *Q*, n'en soutenant que la moitié, on peut dire que la force de cette puissance dans l'état d'équilibre, sera exprimée par un pied quarré.

PROPOSITION PREMIERE.

Problême

32. *Qui enseigne comme il faut calculer la poussée des Terres pour proportionner l'épaisseur des Murs qui les doivent soûtenir en équilibre.*

Fig. 3. Pour savoir quel effort font les Terres derriere le revêtement *BCDE*, je prend la ligne *AB*, égale à *BD*, pour avoir le triangle rectan-

Digitized by Google

rectangle & isocelle *ABD*, qui comprend toutes les Terres qui poussent, puisque par l'Article 31. celles qui sont sous la ligne *AD*, se soutiennent par elles-mêmes, l'angle *ADX*, étant de 45 degrés; mais comme ces Terres agissant avec plus ou moins de force selon qu'elles sont plus ou moins éloignées du sommet *B*, il faut faire ensorte de raporter toute la poussée au point *B*; pour cela je divise la hauteur *BD*, en un grand nombre de parties égales, par exemple, en autant de parties qu'elle contient de pieds, ainsi suposant qu'il soit question d'un revêtement de 15 pieds de hauteur, on aura 15 parties égales, & si par chaque point de division l'on mene à la ligne *DA*, les paralelles *HG*, *NM*, *PO*, *RQ*, &c. l'on aura d'abord un petit tiangle *HGB*, ensuite une quantité de Trapezes qui vont toûjours en augmentant, & qu'on doit considerer comme autant de puissances qui poussent le mur; or pour savoir la poussée de chacun, commençons par le triangle *HGB*, qu'on peut regarder selon l'Article 31. comme un corps posé sur le Plan incliné *LGH*, qui agit contre la surface *BH*, pour la renverser, si l'on nomme *b*, l'effort que fait le triangle contre la surface, on pourra, connoissant la poussée du triangle, connoître aussi celle de tous les Trapezes qui sont immédiatement après, car comme la Trapeze *GN*, est triple du triangle *HGB*, son effort contre la surface *HN*, sera 3 *b*, & la poussée de tous les autres Trapezes suivans pourra être exprimée par les differences des quarrés des termes d'une progression Arithmétique, ce qui donne cette progression *b*. 3 *b*. 5 *b*. 7 *b*. 9 *b*. 11 *b*. 13 *b*. 15 *b*. 17 *b*. 19 *b*. 21 *b*. 23 *b*. 25 *b*. 27 *b*. 29 *b*. Or si l'on supose que l'action du triangle *HGB*, au lieu d'agir le long de la surface *BH*, soit réünie au point *B*, que l'action du Trapeze *GN*, soit réünie au point *H*, & qu'il en soit de même pour l'action de tous les autres Trapezes réünie aux points *N*, *P*, *R*, & on pourra concevoir qu'une puissance exprimée par *b*, agit à l'extrémité *B*, du bras de lévier *BD*, qu'une autre exprimée par 3 b, agit à l'extrêmité *H*, du bras de levier *DH*, & qu'en étant de même pour tous les autres Trapezes ou puissances, il y aura autant de léviers que de puissances, & ces léviers seront dans une progression Arithmétique des nombres naturels, dont le premier terme sera le lévier *BD*, & le plus petit le lévier *DK*, de sorte que la progression des léviers ira en diminuant tandis que celle des puissances ira en augmentant; car si l'on range ces deux progressions l'une sur l'autre de maniere que chaque puissance réponde à son lévier, l'on aura

b.	3 *b*.	5 *b*.	7 *b*.	9 *b*.	11 *b*.	13 *b*.	15 *b*.	17 *b*.	19 *b*.	21 *b*.	23 *b*.	25 *b*.	27 *b*.	29. *b*.
15.	14.	13.	12.	11.	10.	9.	8.	7.	6.	5.	4.	3.	2.	1.

Mais

Mais l'on sait que les effets de plusieurs puissances apliquées à des léviers, sont dans la raison composée de leur force & de la longueur de leur léviers; c'est pourquoi, afin d'avoir l'effort dont chaque puissance est capable, il faudra la multiplier par son bras de lévier, & la somme de tous les produits sera égale à l'effort total de toutes les puissances apliquées à leur bras de léviers; mais comme chaque puissance pourra être transportée à l'extrêmité *B*, du bras *DB*, (en divisant selon l'Article 11. le produit de sa force & de son levier par toute la longueur *BB*,) on n'aura donc qu'à diviser les produits dont nous venons de parler, par le diviseur commun 15. pour avoir $\frac{1240b}{15} = 82b\frac{2}{3}$ de sorte que si l'on supose $82\frac{2}{3} = f$, l'on aura *bf*, pour l'effort de toutes les puissances réünies au point *B*.

Voulant savoir présentement ce que *bf*, vaut en pieds quarrés, il faut se rapeller que *b*, a été suposé égal à la poussée du triangle *HGB*, contre la surface *BH*. Or comme les côtés *BG*, & *BH*, de ce triangle sont chacun d'un pied, sa superficie sera de 6 pouces & la surface *BH*, n'en soutenant que la moitié par l'Article 31, à cause de la tenacité des Terres; *b*, sera donc de 3 pouces de pieds quarrés, ainsi multipliant 3 pouces par 82 pieds 8 pouces, le produit sera 20 pieds 8 pouces pour la valeur de *bf*.

Il est bon que je m'arrête ici un moment, afin d'expliquer pourquoi la tenacité des terres diminuë leur poussée de la moitié de l'effort qu'elles feroient derriere le revêtement, si, au lieu d'agir comme elles font, elles agissoient comme un corps Spherique qui feroit sur le Plan incliné *AD*, ou comme un coin *ABD*, dont toutes les parties seroient parfaitement unies.

Remarquez que le triangle *GBH*, s'apuyant sur le Trapeze *MGHN*, les terres de ce Trapeze sont plus pressées que celles du triangle, de même les Terres du Trapeze *OMNP*, sont aussi plus pressées que celles qui sont dans celui de dessus, les Terres du Trapeze *QOPR*, plus pressées encore que celles du précédent, ainsi des autres Trapezes, qui seront toûjours plus pressées, à mesure qu'ils approcheront du Plan incliné *AD*: & comme tous ces Trapezes depuis le plus petit jusqu'au plus grand se surpassent également, on peut donc dire que leur pression ou leur tenacité augmente dans la raison des termes d'une progression Arithmétique, & que la tenacité qui est répanduë dans tout le triangle *ABD*, n'est que la moitié de ce qu'elle seroit, si se trouvant uniforme dans chaque

Digitized by Google

chaque Trapeze, elle étoit égale à celle du dernier. Or comme la pouſſée des Trapezes derriere le revêtement *CD*, doit diminuer dans la même raiſon que leur tenacité augmente, il m'a parû que pour y avoir égard, il faloit ne prendre que la moitié de la ſuperficie du petit triangle *GBH*, pour la valeur de la puiſſance *b*, ce que j'ai fait avec d'autant plus d'aſſurance, que je me ſuis aperçû que tous les calculs que j'ai faits pour trouver l'épaiſſeur des revêtemens ſe rencontroient parfaitement bien avec ce que l'experience a pû autoriſer: ainſi je finis cette Digreſſion, poûr reprendre la ſuite de l'Article précédent.

Mais comme les pieds quarrés que nous venons de trouver ne ſont point homogenes, avec ceux qui doivent exprimer la valeur du poids *T*, les uns provenans du triangle de Terre *ABD*, & les autres du profil de Maçonnerie *CD*, il faut donc en ſuivant ce qui a été dit dans l'Article 5. faire une reduction dans les premiers, c'eſt-à-dire prendre les deux tiers de 20 pieds 8 pouces, parce qu'un pied cube de Terre péſe moins d'un tiers qu'un pied cube de Maçonnerie, & pour lors *bf*, ou la puiſſance ne vaudra que 13 pieds 9 pouces 4 lignes.

Preſentement que l'on eſt prévenu de la valeur de la puiſſance il ne s'agit plus que de chercher, comme on l'a fait dans le Chapitre précédent, quelle épaiſſeur il faut donner au ſommet *BC*, & à la baſe *DF*, du revétement, pour qu'elle ſoit en équilibre par ſon poids avec cette puiſſance, ou ſi l'on veut avec la pouſſée des Terres; pour cela nous ſupoſerons que la puiſſance, au lieu de pouſſer de *M*, en *B*, tire de *B*, en *T*, ce qui eſt la même choſe, & menant du point d'apui *F*, la perpendiculaire *FS*, ſur la direction *BT*, on prendra cette perpendiculaire à la place du bras de lévier *FB*, & c'eſt par cette même raiſon que nous avons regardé ci-devant la ligne *BD*, comme un bras de lévier, dans la longueur duquel étoit apliqué un nombre de puiſſances, parce que cette ligne eſt égale à la perpendiculaire *FS*, & que par conſequent on peut prendre l'un pour l'autre, nous aurons donc le lévier recourbé *SFZ*: ainſi nommant *SF*, ou *CE*, c; *EF*, d; l'épaiſſeur *BC*, ou *DE*, y; le poids *V*, ſera $\frac{cd}{2}$ & le poids *T*, ſera cy, ſi l'on réünit le poids *V*, au poids *T*, & qu'on multiplie leur ſomme par le bras de lévier *ZF*, on aura un produit égal à celui de la puiſſance *T*, par ſon bras de lévier *SF*, avec lequel on formera cette équation $\frac{cyy}{2} + cdy + \frac{cdd}{3} = bcf$, de laquelle dégageant l'incon-

 nuë

Digitized by Google

nuë il viendra $y = \sqrt{2bf + \frac{cdd}{3}} - d$, qui donne ce que l'on cherche.

J'ay abregé les opérations qu'il a falu faire pour trouver la valeur de y, parce qu'elles ont été expliquées amplement dans l'Article 22 : j'en uſerai ainſi dans la ſuite, quand il s'agira de la même formule.

APLICATION.

Il eſt bien aiſé à preſent de mettre en pratique ce que le Probléme précédent vient de nous enſeigner, car la derniere équation nous montrant que pour avoir la valeur de y, il faut doubler celle de la puiſſance X, ajoûter le tiers du quarré de la ligne de talud, extraire la racine quarrée de la ſomme de cette quantité, & en retrancher la ligne de talud, ayant trouvé que bf, vaut 13 pieds 9 pouces 4 lignes, $2bf$, vaudront 27 pieds 6 pouces 8 lignes, & comme la ligne de talud EF, eſt de 3 pieds, qui eſt la cinquiéme partie de la hauteur EC, ajoûtant donc à la valeur de $2bf$, 3, qui eſt égal à $\frac{dd}{3}$ l'on aura 30 pieds 6 pouces 8 lignes, dont la racine quarrée eſt 5 pieds 6 pouces 2 lignes, qui eſt l'épaiſſeur qu'il faut donner à la baſe DF, du revétement ; par conſequent ſi l'on en retranche la valeur de la ligne de talud qui eſt 3 pieds, il reſtera 2 pieds 6 pouces 2 lignes pour l'épaiſſeur du ſommet BC.

En ſuivant la même régle, on trouvera qu'un revêtement de 20 pieds de hauteur doit avoir au ſommet 3 pieds 3 pouces 5 lignes, & ſur la retraite 7 pieds 3 pouces 5 lignes, qu'un autre de 30 pieds doit avoir pour épaiſſeur au ſommet 4 pieds 9 pouces 8 lignes, & ſur la retraite 10 pieds 9 pouces 8 lignes.

Remarque prémiere.

33. On voit que la valeur de y, eſt un tant ſoit peu plus grande qu'elle ne devroit être naturellement, car quand nous avons ſupoſé que l'effort du triangle HGB, étoit réüni au point B, l'on a donné un peu plus de force à ce triangle qu'il ne devoit en avoir, parce qu'agiſſant le long de la ligne BH, ſon action diminuë à meſure qu'elle aproche du point H, le bras de lévier n'étant plus ſi grand; c'eſt-à-dire, par exemple, que le triangle ne faiſant point autant d'effort au point I, qu'au point B, à cauſe que le bras de lévier ID, eſt plus petit que BD, on a augmenté la force qui agit au point

Digitized by Google

point *I*, en la ſupoſant en *B*, de la difference qu'il y a du bras *ID*, au bras *BD*, ainſi de tous les autres points de la ligne *BH*, & comme nous avons agi de même pour les Trapezes qui ſont après le triangle, en ſupoſant leur effort réüni aux points *HN*, &c, l'on voit que toutes les differences des bras de léviers jointes enſemble donnent un peu plus de force à la puiſſance qu'elle ne devroit avoir, mais ceci n'eſt pas un deffaut, car la puiſſance étant un peu au-deſſus de ce qu'elle doit être, il faudra donner au revêtement un peu plus d'épaiſſeur qu'il n'en faudroit pour un parfait équilibre, & c'eſt ce qu'il faut abſolument puiſque quand même l'on auroit touvé dans la derniere juſteſſe ce point d'équilibre, il faudroit toûjours donner plus d'avantage à la puiſſance reſiſtante qu'à celle qui agit, ainſi le calcul précédent eſt fort bon dans la pratique, cependant cela n'empêche pas que l'on ne puiſſe quand on voudra trouver la valeur de *y*, la plus aprochante qu'il eſt poſſible, en diviſant la hauteur du Mur en un ſi grand nombre de parties que la difference des bras de léviers ſoit fort petite; on en ſera quitte pour faire un calcul beaucoup plus long que le précédent, mais ce ſeroit s'arrêter à la vetille que d'y prendre garde de ſi près. Ainſi on ne peut mieux faire que de donner toûjours aux progreſſions des puiſſances & des léviers, autant de termes qu'il y a de pieds dans la hauteur du Mur.

Remarque ſeconde.

34. Je n'ai fait la Remarque précédente, que pour ſatisfaire la délicateſſe de ceux qui aiment que tout ce qui ſe raporte aux Mathématiques ſoit toûjours dans la derniere juſteſſe, mais ſi l'on fait attention que quand il s'agit de choſes de pratique il faut quelquefois s'écarter d'une trop grande preciſion, crainte qu'elle ne devienne nuiſible à ce que l'on veut executer, l'on verra que dans le ſujet dont il eſt ici queſtion, on auroit tort de faire des revêtemens qui fuſſent parfaitement en équilibre avec la pouſſée des Terres, ſur-tout quand ils ſervent pour des Chauſſées, des Quays, &c. puiſque dans ce cas ils doivent non-ſeulement ſoûtenir les Terres, mais encore le poids des Voitures & l'ébranlement qu'elles peuvent cauſer; c'eſt pourquoi quand on n'y ſera pas des contreforts, je voudrois qu'on leur donnât un quart plus de force qu'il ne leur en faudroit dans l'état d'équilibre, je veux dire que s'il s'agiſſoit, par exemple, d'un Mur de 15 pieds, la puiſſance *bf*, au lieu de valoir 13 pieds 9 pouces 4 lignes, doit être de 17 pieds

2 pouces 8 lignes, ce qui donnera 3 pieds un pouce pour l'épaisseur du sommet *BC*, & 6 pieds un pouce pour la base *DF*.

Remarque troisiéme.

Ayant fait sentir dans plusieurs endroits de ce Livre, & particulierement à l'Article 23. combien le talud qu'on donnoit au parement d'un Mur le fortifioit contre l'effort qu'il avoit à soûtenir, j'ai crû devoir raporter ici un profil de Rempart assés singulier imaginé depuis peu par des gens qui n'ont peut-être point fait assés d'attention sur la maniere dont se faisoit la poussée des Terres; voici de quoi il est question.

Pour ne point trop exposer un revêtement aux injures des Saisons, leur sentiment est de faire le parement à plomb & lui donner un talud du côté des Terres, dans la pensée que s'apuyant sur ce talud, il y en auroit une partie qui contre-balanceroit la poussée de l'autre; pour en juger, il faut du point *A*, tirer la perpendiculaire *AE*, à la ligne *HD*, & faire *EF*, égal à cette perpendiculaire, afin d'avoir le triangle *AEF*, qui renfermera toutes les Terres qui agissent contre la ligne *EA*, que nous regarderons pour un moment comme une surface; dans ce cas il n'y a point de doute que si la ligne *EA*, étoit le derriere du revêtement, la poussée ne se fit comme à l'ordinaire: il s'agit donc de savoir si celles qui sont renfermées dans le triangle *EAD*, soulagent le revêtement, ou si au contraire elles se joignent aux autres pour en augmenter la poussée. Si l'on divise la ligne *EA*, en autant de parties égales que la hauteur du revêtement contient de pieds, & que l'on fasse les Trapezes des puissances comme à l'ordinaire, il est constant qu'en prolongeant toutes les paralelles au-delà de la ligne *EA*, jusqu'à la rencontre de la face *DA*, toutes les puissances contenuës depuis *F*, jusqu'en *E*, se trouveront augmentées par les nouveaux Trapezes qui regnent depuis *I*, jusqu'en *A*, les unes plus, les autres moins, il y aura cela de particulier que les puissances, qui auront les plus grands bras de lévier, seront justement celles qui auront reçûës le plus d'augmentation, or si dans cette augmentation generale on y comprend encore le petit triangle *EDI*, qui sera de conséquence à cause qu'il agit vers le sommet de la muraille, il saute aux yeux que le triangle *AED*, bien loin d'affermir le revêtement contre la poussée des Terres qui sont derriere la ligne *AE*, ne fait que le charger beaucoup plus qu'il ne le feroit si le Mur étoit à plomb de ce côté-là. On pourroit même déterminer avec assés de préci-

FIG. 5.

Digitized by Google

précision à quoi peut aller cette nouvelle poussée, mais ce seroit perdre du tems mal-à-propos.

On remarquera seulement, qu'en ne donnant point de talud aux revêtemens de Fortification, il n'y a point de doute qu'étant battus en brêche, la destruction ne se fasse plûtôt par la facilité que les débris auront de s'ébouler; d'un autre côté, dans les Pays où la Maçonnerie n'est pas bien bonne, & où les revêtemens sont sujets à surplomber ou à soufler, on s'aperçevroit bien-tôt du mauvais effet de ce systême, qui, à ce que je crois, n'aura pas beaucoup de Partisans.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLE'ME.

35. *Trouver quelle épaisseur il faut donner aux revêtemens des Rempars de Fortification qui sont accompagnés d'un Parapet.*

Nous n'avons parlé jusqu'ici que de l'épaisseur des Murs qui soûtenoient des Terrasses, & non pas de ceux qui servent de revêtemens aux Rempars des Fortifications: il y a des gens qui croyent que c'est à peu-près la même chose, mais il y a bien de la difference; car comme on éleve toûjours sur ces sortes de Rempars un Parapet de Terre qui fortifie la poussée de celles qui sont déja derriere le revêtement, l'on sent bien que ces revêtemens-ci doivent avoir plus d'épaisseur que ceux de Terrasses: il est vrai qu'il y a un peu de difficulté à trouver de combien le Parapet augmente cette poussée, mais l'on va voir qu'on en peut rendre le calcul aussi aisé que le précédent.

Ayant pris *KD*, égal à *DB*, considerés la premiere ligne comme marquant le niveau du Rempart, dessus lequel l'on a élevé la Banquette & le Parapet *IGEQ*, soûtenu par un petit revêtement *EC*, auquel l'on donne ordinairement 4 pieds de hauteur sur 3 d'épaisseur; si l'on divise la ligne *BD*, en autant de parties égales qu'il y a de pieds dans la hauteur du revêtement, & que l'on tire toutes les lignes comme *ST*, *VX* &c. paralelles à *KB*, elles formeront des Trapezes comme dans la figure précédente, & si l'on prolonge toutes ces paralelles jusqu'à la rencontre des lignes qui renferment le Parapet & la Banquette, l'on aura un grand nombre de nouveaux Trapezes, dont chacun pourra être regardé comme la quantité dont la puissance qui lui répond est augmentée. Cela posé, il faut FIG. 4.

considerer d'abord qu'il y a le long de la ligne *EQ*, trois Trapezes & un triangle dont l'action doit être suposée réünie aux points *E*, *M*, *O*, *N*, extrêmités des bras de léviers *AE*, *AM*, *AO*, *AN*, & comme l'effort de chacun de ces Trapezes doit être reduit à l'extrêmité *D*, du bras de lévier *BD*, il faut multiplier l'expression de la force dont chacun est capable par son bras de lévier, & pour trouver cette expression il n'y a qu'à voir le rapport du petit triangle *DST*, à chaque Trapeze, ainsi suposant que le Trapeze *LM*, soit quadruple du petit triangle, la poussée de ce petit triangle étant nommée *b*, comme ci-devant, celle du Trapeze *LM*, sera 4*b*, & l'on trouvera de même la poussée des trois autres Trapezes suivans; après cela il faut multiplier chacune de ces puissances par le bras de lévier qui lui répond & écrire les quatre produits à part pour les ajoûter quand il sera tems, avec les autres que nous allons trouver. Il faut encore chercher le raport du petit triangle *DST*, avec tous les autres Trapezes *PQ*, *RD*, *TS*, &c. qui regnent depuis *Q*, jusqu'en *I*, au-dessus de la ligne *DK*, afin de voir combien chacun contient de fois la puissance *b*, ensuite écrire la progression de toutes les puissances qui sont au-dessous de la ligne *DK*, comme on a fait dans l'Article 32. l'on aura *b*, 3 *b*. 5 *b*. 7 *b*. 9 *b*. 11 *b*. &c. & voir combien chaque terme doit être augmenté, par exemple, comme le petit triangle *DST*, est augmenté de tout le Trapeze *RD*, on doit regarder le Trapeze *PT*, comme la puissance qui agit au point *D*, & le Trapeze *PQ*, agissant aussi autour du point *D*, le premier terme de la progression doit être augmenté d'autant d'unités que la puissance *b*, est contenuë de fois dans les deux Trapezes *PT*, & *PQ*, de même le second terme exprimant le Trapeze *SX*, doit être augmenté d'autant d'unités que la puissance *b*, est contenuë de fois dans *RV*, ainsi des autres qui doivent augmenter selon que les Trapezes qui leur répondent dans la figure contiennent plus ou moins la puissance *b*, jusqu'à ce que l'on soit parvenu au point *I*, parce que pour lors si le triangle *KDB*, contient encore quelques puissances qui ne soient point augmentées dans la figure, elles ne doivent pas l'être non plus dans la progression, & par consequent les termes qui leur répondent doivent être écrits comme à l'ordinaire.

Après qu'on aura écrit de suite toutes les puissances qui agissent le long de la ligne *DB*, & qui exprimeront par conséquent la poussée des Terres du Rempart & du Parapet à l'exception de celles qui agissent derriere la ligne *EQ*, il faudra les multiplier par leur bras de léviers comme à l'ordinaire, & ajoûter à la somme de tous les

Digitized by Google

les produits, les quatre que nous avons trouvé d'abord au sujet du petit revêtement *EC*, aprés cela l'on aura l'effet total de toutes les puissances qui agissent derriere le revêtement *EQDB*, qui étant divisé par la hauteur *DB*, le quotient donnera la poussée des Terres, ou si l'on veut toutes les puissances réünies à l'extrêmité *D*, du bras de lévier *BD*; de sorte que s'il s'agit d'un revêtement dont la hauteur *BD*, soit de 25 pieds, l'on trouvera que la somme de toutes les puissances réünies au point *D*, sera de $342b\frac{2}{3}$, & suposant $342\frac{2}{3} = f$, on aura donc la valeur de bf, qui est la puissance avec laquelle il faut que le revêtement soit en équilibre.

Presentement voulant trouver l'épaisseur *DC*, ou *BZ*, nous la nommerons y; *QC*, a; *FC*, g; la hauteur *CZ*, c; & la ligne de talud *ZH*, d; cela posé, il faut réduire la figure *QEFC*, que nous considererons comme un rectangle, à n'avoir qu'une même épaisseur *BC*, avec le rectangle *BDCZ*; pour cela il faut diviser sa superficie qui est ag, par la ligne *DC*, (y) & on aura $\frac{ag}{y}$ pour la hauteur dont le rectangle *DZ*, doit être augmenté pour que le petit revêtement *EC*, soit uni avec le rectangle *DZ*; ainsi multipliant y par $\frac{ag}{y} + c$, l'on aura $ag + cy$, égal à toute la superficie *BDQEFZ*, que nous suposerons réünie au poids qui est suspendu dans le milieu de la ligne *BZ*, auquel joignant comme à l'ordinaire le poids 3 & multipliant leur somme par le bras de lévier *H* 4, il viendra un produit égal à celui de la puissance bf, par son bras de lévier *BD*, ou *H* 5, d'où l'on tire cette équation $\frac{yyc}{2} + \frac{agy}{2} + cdy + agd + \frac{cdd}{3} = bfc$, qui est un peu composé, mais qui n'est pourtant pas difficile à réduire, car si l'on change $\frac{ag}{2} + cd$, en un rectangle qui ait pour une de ses dimensions la grandeur c, & que l'autre dimension ait été trouvée égale à n, l'on aura $\frac{ag}{2} + cd = cn$, par consequent $\frac{agy}{2} + cdy = cny$, or mettant dans l'équation précédente cny, à la place de sa valeur, l'on aura $\frac{cyy}{2} + cny + agd + \frac{cdd}{3} = bfc$, de laquelle faisant évanoüir la fraction du premier terme, & divisant le tout par c; l'on aura $yy + 2ny + \frac{2agd}{c} + \frac{2dd}{3} = 2bf$, ou bien $yy + 2ny = 2bf - \frac{2agd}{c}$ $- 2dd$

$-\frac{2dd}{3}$ à quoi ajoûtant nn, de part & d'autre, pour rendre le premier membre un quarré parfait, il viendra $yy + 2ny + nn = 2bf - \frac{2agd}{c} - \frac{2dd}{3} + nn$, dont extrayant la racine quarrée, l'on aura enfin $y = \sqrt{2bf - \frac{2agd}{c} - \frac{2dd}{3} + nn} - n$, qui donne 5 pieds 8 pouces & environ 8 lignes pour la valeur de y.

Comme cette opération est un peu longue, sur-tout pour connoître la valeur de y, il vaut beaucoup mieux dans la pratique faire abstraction du petit revêtement *EC*, & ne le pas admettre dans le calcul Algebrique, & pour lors l'on aura comme à l'ordinaire l'équation $y = \sqrt{2bf + \frac{dd}{3}} - d$, qui est beaucoup plus simple. Il est vrai que le poids qui exprime la pésanteur de tout le revêtement sera plus léger qu'il ne devroit être de la partie *EC*, mais ce n'est point un mal : au contraire, puisque l'épaisseur *DC*, en sera un tant soit peu plus grande qu'il ne faudroit pour un parfait équilibre, il semble même qu'on pourroit me reprocher de donner dans une trop grande précision pour un sujet qui de lui-même demande d'être traité plus cavalierement, car l'épaisseur qu'on trouvera de plus, en omettant le petit revêtement, ne passe pas 8 ou 9 lignes, comme on le va voir.

APLICATION.

Ne faisant point mention, comme je viens de le dire, du petit revêtement *EC*, il ne s'agit plus pour avoir l'épaisseur *DC*, en nombres, que de calculer l'équation $y = \sqrt{2bf + \frac{dd}{3}} - d$, pour cela il faut se rapeller que l'on a trouvé que f, valoit $342\frac{2}{3}$, qu'il faut multiplier par la valeur de b, qui est 3 pouces, parce que le petit triangle *DST*, vaut 6 pouces, & qu'il n'y en a que la moitié qui agit contre la surface *DT*, ou comme on l'a supofé, contre le point *D*, & l'on aura 85 pieds 8 pouces pour la valeur de bf, mais comme bf, doit être diminué d'un tiers à cause que cette grandeur exprime la valeur d'une superficie de Terre par l'Article 5, il faut donc prendre les deux tiers de 85 pieds 8 pouces, pour avoir 57 pieds un pouce 4 lignes pour la valeur de bf, réduite, c'est-à-dire pour qu'elle puisse entrer dans le calcul de la Maçonnerie.

rie. Or comme dans la formule, *bf*, est multiplié par 2, il faut aussi doubler 57 pieds un pouce 4 lignes pour avoir 114 pieds 2 pouces 8 lignes, à quoi ajoûtant le tiers du quarré de la ligne de talud, qui est 8 pieds 4 pouces, l'on aura 122 pieds 6 pouces 8 lignes, dont la racine quarrée est 11 pieds 10 pouces pour l'épaisseur *BH*, sur la retraite, d'où retranchant la ligne de talud qui est 5 pieds, l'on trouvera 6 pieds 10 lignes pour l'épaisseur *DC*, que le Mur doit avoir au sommet; & comme l'on n'a trouvé que 6 pieds 2 lignes, il s'ensuit, comme je l'ai insinué, que la difference est 8 lignes.

Remarque premiere.

36. L'on voit qu'en suivant ce que je viens d'enseigner, on peut trouver avec assés de précision la poussée des terres, qui composent le Rempart & le Parapet: On pourroit seulement se plaindre que c'est un travail un peu long de calculer la valeur de tous les Trapezes qui sont au-dessus de la ligne *DK*, à cause qu'ils sont irréguliers, c'est pourquoi j'ai cherché une voye plus abregée, & j'en ai trouvé une qui rend les opérations tout aussi aisées, que s'il n'y avoit point de Parapet; la voici.

Il faut commencer par faire abstraction de tout ce qui est au-dessus de la ligne *KC*, c'est-à-dire qu'il ne faut considerer que le triangle de terre *KDB*, & le profil de la maçonnerie *BDCH*, comme s'il s'agissoit d'un revêtement de Terrasse, ainsi que dans l'Art. 32. ensuite écrire la progression des puissances en lui donnant autant de termes que la hauteur *DB*, contient de pieds, & suposant qu'elle en contienne 25, j'écris 1 *b*. 3 *b*. 5 *b*. 7 *b*. 9 *b*. 11 *b*. 13 *b*. 15 *b*. 17 *b*. 19 *b*. 21 *b*. 23 *b*. 25 *b*. 27 *b*. 29 *b*. 31 *b*. 33 *b*. 35 *b*. 37 *b*. 39 *b*. 41 *b*. 43 *b*. 45. *b*. 47 *b*. 49 *b*. J'ajoûte dix unités à chacun des vingts premiers termes de cette progression pour avoir 11 *b*. 13 *b*. 15 *b*. 17 *b*. 19 *b*. 21 *b*. 23 *b*. 25 *b*. 27 *b*. 29 *b*. 31 *b*. 33 *b*. 35 *b*. 37 *b*. 39 *b*. 41 *b*. 43 *b*. 45 *b*. 47 *b*. 49 *b*. dont les cinq derniers termes sont les mêmes que dans la progression précédente, parce qu'ils n'ont pas été augmentés; car, comme je l'ai dit, il n'y a qu'aux vingt premiers termes qu'il faut ajoûter 10, soit que le revêtement ait 30, 40, ou 50 pieds de hauteur, les autres termes qui suivent les vingt premiers devant toûjours rester comme si on n'avoit fait aucun changement à la progression; je multiplie présentement chaque terme par son bras de lévier, comme à l'ordinaire, j'entens que le premier terme 11 *b* sera multiplié par 25, le second 13 *b* par 24, le troisiéme 15 *b* par 23, & ainsi des autres; car je ne fais aucun changement dans la progression Fig. 4.

des

des nombres naturels qui expriment la longueur des léviers, toutes les multiplications étant faites, la somme des produits sera 8625 *b*. qui étant divisé par 25, le quotient donnera 345 *b*. ainsi *f*, qui dans l'Art. 25, étoit de $342\frac{2}{3}$ sera ici de 345, ce qui fait environ 2 unités de plus, par conséquent dans l'équation $y = \sqrt{2bf + \frac{dd}{3}} - d$, *bf*, au lieu de valoir 57 pieds un pouce 4 lignes, vaudra 57 pieds 6 pouces, qui donne environ 5 pouces de plus, & continuant le reste de l'opération, je trouve que *y*, vaut 6 pieds un pouce 2 lignes, au lieu qu'elle n'a été trouvée dans l'Article précédent que de 6 pieds 10 lignes, ce qui fait une difference de 4 lignes.

J'ai cherché, selon ces deux methodes, l'épaisseur qu'il falloit donner au sommet de plusieurs revêtemens, les prenant à des hauteurs arbitraires, j'ai trouvé que mes opérations donnoient la même chose pour la valeur de *y*, à trois ou quatre lignes près, qui est une difference de si peu de consequence, qu'il m'a paru qu'il valoit beaucoup mieux suivre cette méthode-ci que l'autre.

On demandera peut-être la raison qui m'a fait ajoûter dix unités aux 20 premiers termes de la progression, mais je n'en ai d'autres à donner, sinon que je me suis aperçû, après avoir beaucoup cherché, que ces dix unités, ajoûtées de suite, faisoient une compensation pour les puissances & les léviers, qui donnoient la même chose que les Trapezes qui sont au-dessus de la ligne *KC*, qui composent le Parapet, quoique ces Trapezes allassent tantôt en augmentant, tantôt en diminuant: aussi ne faut-il regarder cet abregé que comme un moyen qui n'est bon que dans la pratique, & dont on peut se servir aussi utilement que de la méthode que j'ai expliquée dans l'Art. 35. sans laquelle je n'aurois pas trouvé celle-ci.

Remarque seconde.

On ne pratique plus guére des revêtemens de Maçonnerie au-dessus du cordon, pour soûtenir les terres du Parapet, parce qu'on s'est aperçû que les éclats, que causoit cette Maçonnerie quand elle étoit battuë du Canon, devenoient nuisibles à ceux qui étoient derriere le Parapet; d'ailleurs, qu'il falloit plus de tems & de difficulté pour percer les embrasures en tems de siége, que si ce Parapet n'étoit revêtu que de gazons ou de placage sur les deux tiers de talud, qui est le parti que l'on prend ajourd'hui: pour cela l'on éloigne un peu le pied du Parapet du sommet de la muraille, afin qu'il

FIG. 6.

Digitized by Google

qu'il se soûtienne mieux, comme on le voit dans la 6e. Figure ; mais, que le Parapet soit revêtu ou non, la méthode que je viens de donner, pour calculer la poussée des Terres, sera toûjours la même aussi-bien que pour les demi revêtements.

USAGE D'UNE TABLE

Pour trouver l'épaisseur qu'il faut donner aux Revêtemens de Terrasses & à ceux des Rempars de Fortification.

37. Comme il y a des gens qui pourroient se trouver embarassés de se servir des Régles que j'ai enseignées au sujet des revêtemens des Terrasses & des Rempars, faute de bien entendre les raisons sur lesquelles elles sont établies, j'ai crû qu'il étoit à propos de donner une Table qui les dispensât de faire de longs & pénibles calculs, dans lesquels il est toûjours dangereux de se tromper, à moins qu'on n'y aporte une grande attention ; & afin d'éviter les moindres fautes, j'ai fait faire ceux, qui ont servi à composer cette Table, par trois personnes fort intelligentes, qui chacune en particulier faisant les mêmes opérations, je n'eusse plus qu'à voir si elles se raportoient, de sorte que quand elles differeroient en quelque chose, je pusse voir de quelle part l'erreur pouvoit provenir : ainsi l'on peut s'assurer que ces calculs ont été faits avec toute la précision possible.

La premiere Colomne comprend toutes les hauteurs des Murs depuis 10 jusqu'à 100, allant en progression Arithmetique dont la difference est 5, c'est-à-dire que le premier nombre apartient à un Mur qui auroit 10 pieds de hauteur, le second à celui qui en auroit 15, le troisiéme à celui qui en auroit 20, & ainsi de suite jusqu'à 100, faisant attention que cette hauteur ne doit être comprise que depuis la retraite jusqu'au cordon, aux revêtemens qui soûtiennent un Parapet ; parce que l'on fait abstraction du petit revêtement *EC*, & que tous ces revêtemens sont suposés avoir pour talud du côté du parement, la cinquiéme partie de leur hauteur, l'autre côté étant élevé à plomb.

J'ai été fâché, après avoir calculé cette Table, d'avoir donné aux Murs un talud si considerable, parce que la pratique de la plûpart des Ingenieurs d'aujourd'hui est de ne donner que le 7e. de la hauteur pour talud, leur raison étant qu'un plus grand talud expose trop le parement aux injures de l'air, ce qui cause des écorchemens au bout de quelques années, au lieu que cela n'arrive pas quand

Digitized by Google

quand on leur en donne moins: cependant, comme cela oblige à augmenter beaucoup l'épaiſſeur du ſommet, je doute qu'on abandonne abſolument l'ancienne méthode, c'eſt-à-dire celle de Mr. de Vauban qui dans ſon profil général donne pour talud la cinquiéme partie de la hauteur; & c'eſt à ſon exemple que j'ai pris le même parti, ne pouvant avoir un meilleur garent.

La ſeconde Colomne comprend les puiſſances équivalentes à la pouſſée des Terres que doit ſoûtenir un revétement de Terraſſes, de Quays, de Chauſſées, &c. afin que dans les occaſions où l'on auroit beſoin de connoître cette pouſſée, on la trouve ici tout d'un coup, ſans faire aucun calcul: ainſi ſi l'on vouloit ſavoir, par exemple, quel effort font les Terres raportées derriere un revêtement de 30 pieds de hauteur, ou, ce qui revient au même, quelle ſeroit la force de la puiſſance qui agiroit au ſommet du revêtement & qui ſeroit équivalente à la pouſſée de toutes les Terres qui agiſſent derriere le revêtement depuis le haut juſqu'en bas, on cherchera dans la premiere Colomne le nombre 30, & l'on prendra dans la ſeconde celui qui lui répond, que l'on trouvera de 52 pieds 6 pouces 4 lignes, qu'on doit regarder comme équivalant à des pieds provenans d'une coupe de Maçonnerie, parce qu'on a fait la réduction de ceux de Terre, afin de pouvoir les comparer avec les profils de Maçonnerie, ou les poids qui les expriment, comme je l'ai aſſés expliqué dans l'article 5.

La troiſiéme Colomne contient, comme la ſeconde, un nombre de pieds, pouces, &c. quarrés, qui expriment auſſi la pouſſée des Terres, mais differemment, parce qu'on y a compris celles du Parapet & du Rempart, comme on en a fait mention dans les Articles 35 & 36.

La quatriéme Colomne donne l'épaiſſeur que chaque revêtement doit avoir au ſommet par raport à ſa hauteur, pour être en équilibre par ſon poids avec la pouſſée des Terres: ainſi voulant ſavoir l'épaiſſeur qu'il faut donner au ſommet d'un revêtement qui auroit 30 pieds de hauteur, il n'y a qu'à chercher dans la premiere Colomne le nombre 30, & l'on regardera dans la quatriéme le nombre qui lui répond; on trouvera 4 pieds 9 pouces 8 lignes pour ce que l'on demande, ainſi des autres.

La cinquiéme Colomne comprend l'épaiſſeur des mêmes revêtemens, avec cette difference qu'au lieu d'être en équilibre avec la pouſſée des Terres, comme dans la quatriéme, les épaiſſeurs qu'on y donne apartiennent à des revêtemens, dont la réſiſtance ſeroit au-deſſus de l'équilibre, d'un quart de la force de la pouſſée des

Digitized by Google

des Terres: c'est-à-dire par exemple, que si un Mur de 30 pieds de hauteur est en équilibre avec 200 toises cubes de Terre en ne lui donnant que 4 pieds 9 pouces 8 lignes au sommet, comme dans la quatriéme Colomne, il pourroit en soutenir 250 si on lui donnoit l'épaisseur qui se trouve dans la cinquiéme, qui est de 5 pieds 11 pouces une ligne: ceci répond à ce qui a été dit dans l'Article 34. on l'a calculé exprès pour servir à déterminer l'épaisseur des revêtemens des Terrasses, des Quays, des Chaussées, &c. ausquels ne voulant point faire des contreforts, on est bien aise de mettre leur résistance au-dessus de la poussée des Terres afin d'agir en toute sureté; au lieu que si l'on s'étoit attaché précisement à l'équilibre, il eût été à craindre que les ébranlemens causés par les Voitures ne produisissent des secousses qui auroient pû mettre par accident la poussée des Terres au-dessus de la résistance du revêtement: malgré cette précaution, je conviens que les quatre ou cinq premiers termes de cette Colomne ne donnent point assés d'épaisseur aux Murs qui leur répondent, pour pouvoir s'en servir sans contreforts, parce que dans la pratique on ne doit point absolument considerer la Maçonnerie comme indissoluble, sur-tout quand elle est nouvellement faite; mais à l'exception de ces trois ou quatre termes-là, ausquels il est à propos d'avoir égard, on pourra se servir des autres sans crainte.

Il semblera peut-être, selon ce que je viens de dire, que la quatriéme Colomne est assés inutile, puisqu'on lui préferera toûjours la cinquiéme; mais, comme c'est elle qui donne le point d'équilibre, pour augmenter la puissance d'un quart, & que d'ailleurs elle nous servira dans la suite quand nous parlerons des contreforts, il étoit nécessaire de ne pas l'obmettre.

Quant à la sixiéme Colomne, elle donne l'épaisseur du sommet des revêtemens des Rempars à la hauteur du cordon, dans le cas où ces Rempars soûtiendroient un Parapet, & seroient en équilibre par leur résistance à la poussée des Terres qui composent le Rempart & le Parapet: on ne parle point de combien il faudroit augmenter l'épaisseur de ces revêtemens pour mettre leur résistance au-dessus de la poussée des Terres, parce que cela auroit été inutile, à cause qu'il convient mieux d'y ajoûter des contreforts pour les raisons qu'on verra dans le cinquiéme Chapitre.

Les termes de la quatriéme, cinquiéme, & sixiéme Colomne servant à donner l'épaisseur du sommet des revêtemens, on n'a pas parlé de celles que doivent avoir leurs bases, parce que, pour la trouver, on n'a qu'à ajoûter à celle du sommet la cinquiéme par-

 tie

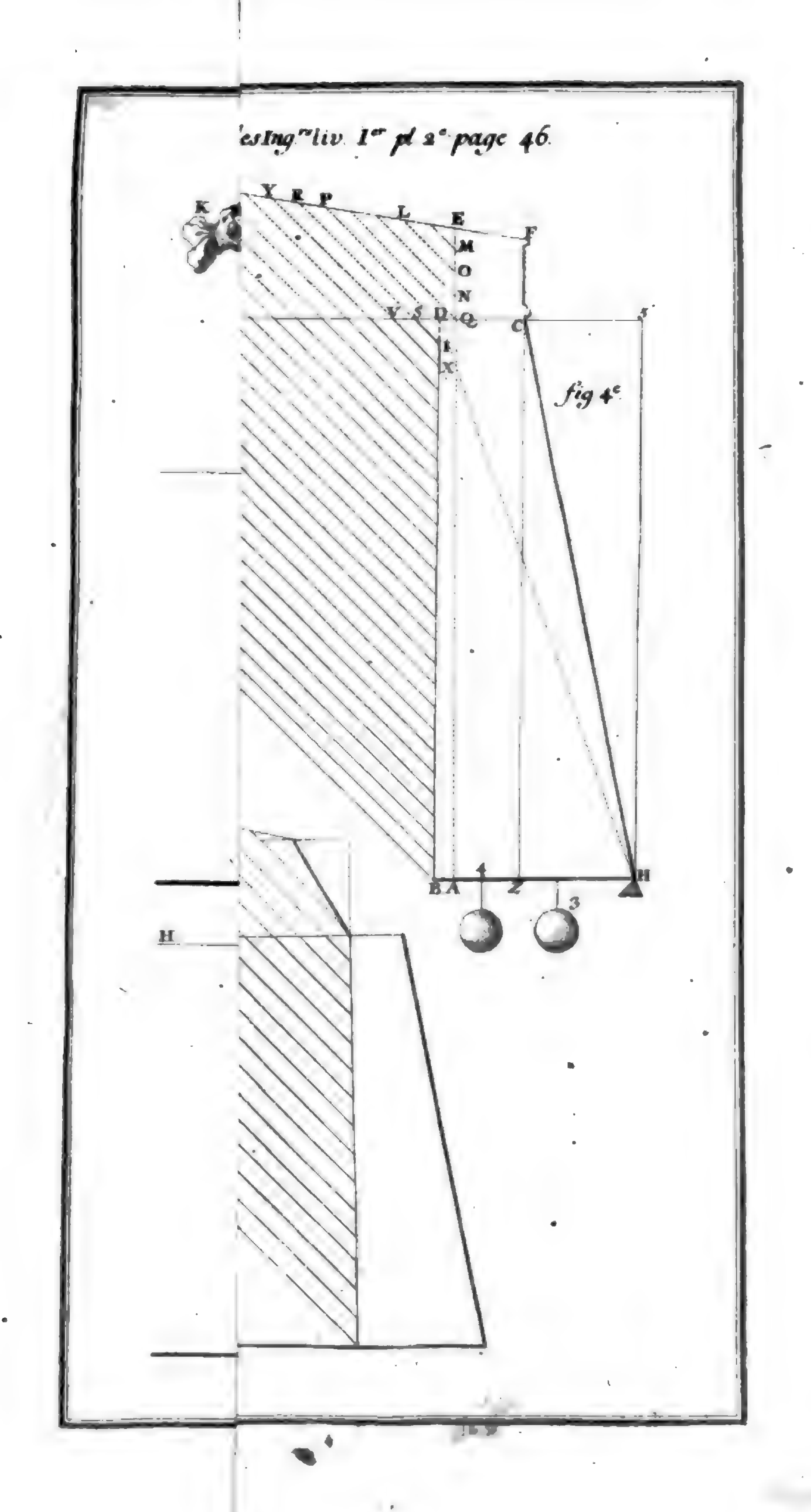
Digitized by Google

tie de la hauteur du revêtement qu'on veut élever ; par exemple, si l'on ajoûte 6 pieds à 4 pieds 9 pouces 8 lignes, l'on aura 8 pieds 9 pouces 8 lignes pour l'épaisseur que doit avoir sur la retraite un revêtement qui auroit 30 pieds de hauteur, & qui selon la quatriéme Colomne seroit en équilibre avec la poussée des Terres : il en sera de même pour tous les autres revêtemens de la cinquiéme & sixiéme Colomne.

Comme les hauteurs des revêtemens qui sont dans la premiere Colomne vont en augmentant de cinq pieds, n'ayant pas voulu suivre la progression des nombres naturels, à cause que la Table eût été d'un trop grand travail, il est bon de dire quelque chose sur ce qu'il convient de faire quand on voudra chercher l'épaisseur d'un revêtement dont la hauteur ne se raporteroit pas précisement avec quelques-uns des termes de la premiere Colomne. Par exemple, s'il s'agissoit d'un revêtement de 28 ou 29 pieds de hauteur, on pourra prendre l'épaisseur qui répond à 30, quoiqu'elle soit un peu plus forte qu'il ne faut. Mais, si la hauteur étoit de 26 ou 27 pieds, il faudra, dans le cas d'équilibre, ajoûter l'épaisseur qui répond à 30 pieds, avec celle qui répond à 25, & prendre la moitié de la somme ; c'est-à-dire 4 pieds 9 pouces 8 lignes, avec 4 pieds 7 lignes, pour avoir 8 pieds 10 pouces 3 lignes, dont la moitié est 4 pieds 5 pouces 1 ligne, qui est ce que l'on demande : on pratiquera la même chose pour la cinquiéme & la sixiéme Colomne.

TABLE

Digitized by Google



K
Y
R
P
L
E
F
M
O
N
V
D
Q
C
I
X
fig 4.e
B
A
4
2
H
3
H

Digitized by Google

TABLE

Pour régler l'Epaiſſeur qu'il faut donner aux Revêtemens de Maçonnerie qui ſoûtiennent des Terraſſes ou Rempars.

Hauteur des revêtemens.	Valeur des puiſſances qui ſont équivalentes à la pouſſée des Terres qui n'ont point de Parapet.			Valeur des puiſſances qui ſont équivalentes à la pouſſée des Terres du Rempart & du Parapet des Ouvrages de Fortification.			Epaiſſeur du ſommet des revêtemens qui ſont en équilibre avec la pouſſée des Terres lorſqu'il n'y a pas de Parapet.			Epaiſſeur du ſommet des revêtemens dont la réſiſtance eſt au-deſſus de l'équilibre d'un quart de la pouſſée.			Epaiſſeur des revêtemens qui ſont en équilibre par leur réſiſtance avec des Rempars qui ſoûtiennent un Parapet.		
pieds.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.
10.	6.	5.	0.	15.	7.	0.	1.	9.	1.	1.	11.	6.	3.	8.	4.
15.	13.	9.	4.	27.	1.	4.	2.	6.	2.	2.	9.	11.	4.	6.	8.
20.	23.	11.	0.	41.	5.	0.	3.	3.	5.	3.	8.	3.	5.	4.	6.
25.	36.	6.	0.	57.	6.	0.	4.	0.	7.	4.	6.	7.	6.	1.	2.
30.	52.	6.	4.	74.	4.	0.	4.	9.	8.	5.	4.	9.	6.	9.	0.
35.	71.	0.	0.	95.	3.	4.	5.	6.	11.	6.	3.	1.	7.	4.	8.
40.	92.	3.	0.	117.	8.	0.	6.	3.	10.	7.	1.	6.	8.	1.	2.
45.	116.	3.	0.	142.	7.	0.	7.	1.	3.	7.	11.	10.	8.	7.	11.
50.	143.	1.	0.	170.	1.	0.	7.	10.	5.	8.	10.	0.	9.	3.	00.
55.	172.	8.	0.	200.	3.	0.	8.	7.	6.	9.	8.	4.	9.	11.	10.
60.	205.	0.	4.	233.	1.	0.	9.	4.	9.	10.	6.	8.	10.	9.	1.
65.	240.	2.	0.	271.	10.	0.	10.	2.	0.	11.	5.	1.	11.	4.	3.
70.	278.	1.	0.	306.	9.	0.	10.	11.	0.	12.	3.	4.	12.	0.	8.
75.	318.	9.	0.	347.	10.	0.	11.	8.	3.	13.	1.	8.	12.	9.	1.
80.	362.	3.	0.	391.	7.	6.	12.	5.	4.	14.	0.	0.	13.	5.	6.
85.	408.	6.	0.	438.	6.	0.	13.	2.	7.	14.	10.	3.	14.	2.	1.
90.	457.	6.	0.	487.	3.	8.	13.	11.	9.	15.	8.	6.	14.	10.	9.
95.	526.	10.	6.	556.	10.	6.	14.	8.	10.	16.	6.	11.	15.	7.	5.
100.	563.	11.	0.	594.	10.	0.	15.	6.	1.	17.	5.	3.	16.	4.	2.

Digitized by Google

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME

38. *Voulant augmenter l'épaisseur d'un revêtement qui seroit en équilibre avec la poussée des Terres, on demande de combien la résistance de ce revêtement deviendra plus forte qu'elle n'étoit par rapport à l'augmentation qu'on veut faire.*

Pour résoudre ce Probléme, nous suposerons que a, exprime l'épaisseur au sommet d'un revêtement quelconque, quand la résistance du Mur est égale à la poussée des Terres, & que m, exprime la nouvelle épaisseur composée de la premiere & de l'augmentation proposée; cela posé, si dans le premier membre de l'équation $yy + 2dy + \frac{2dd}{3} = 2bf$, (où nous avons vû Art. 22. que le poids étoit en équilibre avec la puissance) l'on met a, au lieu de y, l'on aura $aa + 2da + \frac{2dd}{3}$ pour la résistance dont le revêtement est capable étant en équilibre avec la poussée des Terres; & mettant encore m, à la place de y, dans la même équation, l'on aura $mm + 2dm + \frac{2dd}{3}$ pour la résistance du revêtement après avoir augmenté son épaisseur, par conséquent le rapport que nous cherchons sera égal à $\frac{aa + 2da + \frac{2dd}{3}}{mm + 2dm + \frac{2dd}{3}}$ qu'on connoîtra en mettant des nombres à la place des Lettres.

APLICATION.

Remarqués que le numerateur de la fraction précedente n'est autre chose que le quarré de $a + d$, c'est-à-dire le quarré de l'épaisseur de la base, du revêtement moins le tiers du quarré de la ligne de talud, & que le dénominateur est aussi égal au quarré de la base du revêtement, dont on a augmenté l'épaisseur, moins le tiers du quarré de la même ligne de talud. Or s'il s'agit d'un revêtement de 30 pieds de hauteur, qui soûtienne un Rampart avec un Parapet, selon la sixiéme Colomne de la Table, l'épaisseur de ce revêtement

au

au sommet dans l'état d'équilibre, sera 6 pieds 9 pouces, à quoi ajoûtant la ligne de talud qui est 6 pieds, l'épaisseur de la base sera 12 pieds 9 pouces, dont le quarré est 162 pieds 6 pouces 9 lignes duquel retranchant 12 qui est le tiers du quarré de la ligne de talud, il restera 150 pieds pour la valeur de $aa + 2da + \frac{2dd}{3}$ en négligeant les 6 pouces 9 lignes qui ne feroient qu'embarrasser. Mais si l'on veut augmenter de 15 pouces l'épaisseur en question, la base sera de 14 pieds, dont le quarré est 196, d'où retranchant encore 12, il restera 184 pour $mm + 2dm + \frac{2dd}{3}$, ainsi l'on aura $\frac{150}{184}$ qui étant réduit donne à peu-près $\frac{5}{6}$ ce qui fait voir que les 15 pouces dont on a augmenté l'épaisseur du revêtement le rendent plus fort de la cinquiéme partie de la force qu'il lui auroit fallu pour être en équilibre avec la poussée des Terres.

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

39. *Connoissant la hauteur & les épaisseurs du sommet & de la base d'un Mur qui ne soûtient aucune poussée, trouver quelle est la puissance avec laquelle il pourroit être en équilibre.*

Si un Mur *AD*, est élevé à plomb des deux côtés; qu'on nomme c, sa hauteur *AC*; a, l'épaisseur *AB*, ou *CD*; & x, une puissance *P*, qui tireroit de *A*, en *F*, le poids *M*, sera ac; il est constant que le point d'apui étant en *C*, l'on aura $x, ac, :: \frac{a}{2}c$, dont le produit des extrêmes & celui des moyens donnent, après la réduction, $\frac{aa}{2} = x$. PLANCH. 3. FIG. 1.

Mais, si le Mur étoit comme le Profil *CA*, c'est-à-dire qu'il fût élevé à plomb d'un côté & qu'il eût un talud de l'autre, il est certain que la puissance que l'on cherche tirant de *E*, en *Q*, feroit un effet tout different que dans la figure précédente; or pour trouver la valeur de cette puissance, nous nommerons *DF*, a; *FA*, d; la hauteur *EF*, c; & la puissance *Q*, y; cela posé, ayant réüni le poids *O*, au poids *N*, & multiplié leur somme par le bras *GA*, l'on aura un produit égal à celui de la puissance *Q*, (y) par la per- FIG. 2.

pen-

pendiculaire *AB*, & si de chacun de ces produits l'on efface la lettre *c*, il viendra $\frac{aa}{2} + ad + \frac{dd}{3} = y$, qui fait voir que la puissance *Q*, est égale à la moitié du quarré de l'épaisseur *CE*, ou *DF*, plus au tiers du quarré de la ligne de talud *FA*, plus enfin à un rectangle compris sous *DF*, & *FA*.

APLICATION.

On peut faire usage de cette Proposition, pour voir si des Murs, qui ne soûtiennent rien, peuvent servir de revêtement à des Remparts qu'on voudroit élever derriere, puisque cherchant dans la Table à quoi peut aller la poussée des Terres, on s'appercevra si ces Murs ont assés de force, car si le mur qui est élevé à plomb des deux côtés a par exemple six pieds d'épaisseur, la moitié de son quarré sera 18, ainsi il ne pourra tout au plus soûtenir qu'une puissance équivalante à 18 pieds quarrés.

De même, dans le second Profil, suposant l'épaisseur *DF*, de 4 pieds, la ligne de talud *FA*, de 5, suivant ce qu'enseigne l'équation $\frac{aa}{2} + ad + \frac{dd}{3} = y$, l'on trouvera que la puissance *Q*, est de 36 pieds 4 pouces, & que par conséquent la poussée des Terres qu'on voudroit lui faire soûtenir ne doit point passer cette quantité.

CHAPITRE CINQUIE'ME.

De la considération des Murs qui ont des Contreforts.

TOut le monde sait que les contreforts qu'on éleve avec les murs contribuent beaucoup à les fortifier contre la poussée des Terres ou des Voûtes quand ils en soûtiennent, mais il ne paroît pas qu'on se soit apliqué à examiner de combien ils pouvoient rendre ces murs capables d'une plus ou moins grande résistance, selon la longueur, l'épaisseur, la distance, & même la figure qu'on donneroit aux contreforts. Ce sujet est pourtant digne d'attention, sur-tout quand il s'agit de certains Ouvrages qui doivent plûtôt tirer leur solidité des régles de l'art, que de l'abondance des matériaux, puisque si l'on connoissoit bien le mécanisme qui apartient à

Digitized by Google

ce ſujet, on éleveroit des Edifices qui ſeroient encore plus hardis que la plûpart de ceux qui font tant d'honneur aux ſiécles paſſés; on travailleroit avec ſûreté, & l'on n'apercevroit pas une certaine timidité qui eſt aſſés ordinaire aux Ouvrages des Modernes: les anciens Architectes paroiſſent en ceci plus éclairés; s'ils n'avoient pas des régles certaines & démontrées comme celles qu'on demande, ils agiſſoient au moins avec un jugement qui en aprochoit beaucoup: les beaux monumens qu'ils nous ont laiſſés en font foi, leurs Egliſes ſont d'une légereté admirable, il ſemble qu'ils ont uſé de quelques moyens extraordinaires, qu'on a perdu avec eux; cependant, ſi l'on y prend garde de près, l'on verra que tout ce qui en fait le merveilleux, n'eſt autre choſe que la bonne liaiſon des materiaux, la ſituation & l'étenduë des contreforts dont ils ſe ſont toûjours ſervi heureuſement, & comme peu de gens s'arrêtent à cette derniere particularité faute d'en connoître tout le mérite, ils ſont ravis d'un étonnement qu'ils ne ſavent à quoi attribuer: les Egliſes que l'on a bâti dans ces derniers tems, & entr'autres quelques-unes de Paris, ſont bien éloignées d'intriguer perſonne: ſi elles cauſent quelque ſurpriſe, c'eſt de les voir ſi materielles, qu'elles ſemblent avoir épuiſé toutes les Carrieres du Pays. Eſt-il poſſible que l'intervalle de quelques ſiécles rende les hommes ſi opoſés ſur une même choſe? Ne conviendra-t'-on jamais, que dans tout ce que l'on fait qui eſt ſuſceptible de plus & de moins, il y a un certain point d'où dépend la conſtruction la plus parfaite qu'il eſt poſſible d'atteindre, & que c'eſt à ce point-là qu'il faut uniquement s'apliquer, afin d'y demeurer fixe quand on l'aura une fois trouvé? De pareilles recherches ſeroient d'un grand avantage pour la perfection de l'Architecture; on ne peut trop engager ceux qui la cultivent d'y travailler, & comme les contreforts y doivent avoir beaucoup de part, nous allons faire enſorte dans ce Chapitre d'en bien déveloper toute la Théorie; mais, avant cela, il eſt à propos que j'avertiſſe qu'il faut ſupoſer que les contreforts, dont nous parlerons, ont été conſtruits dans le même tems que les murs qu'ils ſoûtiennent, & que la liaiſon eſt ſi parfaite, que de part & d'autre elle ne fait plus qu'un ſeul corps.

Digitized by Google

PROPOSITION PREMIERE.

PROBLÊME.

40. *Ayant le Profil* ABCD, *d'un mur élevé à plomb des deux côtés & soutenu par des contreforts représentés par le rectangle* AEFC, *on demande si une puissance* Q, *agissoit de* A, *en* B, *pour renverser ce mur du côté du parement, ou une autre* P, *de* A, *en* E, *pour le renverser du côté des contreforts, quel est le raport de la résistance du mur dans ces deux cas, ou ce qui est la même chose, le raport de la puissance* Q, *à la puissance* P, *suposant qu'elles agissent chacune en particulier.*

Fig. 4. & 5. Considerés la Figure 5. qui représente le Plan de la Maçonnerie du Profil qui est au-dessus, dont les contreforts sont rectangles & égaux dans ce Plan, l'on supose que l'épaisseur *LI*, des contreforts est égale à l'épaisseur *CD*, de la muraille; que leur longueur *FC*, est double de leur épaisseur, & que leur distance *CL*, ou *IK*, est double de la longueur *FC*, ainsi nommant l'épaisseur *CD*, ou *LI*, a; *FC*, sera $2a$, & *CL*, ou *IK*, sera $4a$; quant à la hauteur *AC*, de la muraille & des contreforts, nous la nommerons b, cela posé, ab, sera la valeur du rectangle *AD*, ramassé dans le poids *N*, qui est suspendu dans le milieu de la ligne *CD*, & $2ab$, sera la valeur du rectangle *EC*: or comme cette muraille n'a point de longueur déterminée, nous n'y aurons point égard; cependant les contreforts étant à une certaine distance, & ne formant point de massif continu, comme la muraille fait dans sa longueur, on ne peut pas dire que $2ab$, expriment la valeur des contreforts, puisque pour cela il faudroit qu'il n'y eût point d'intervalle entr'eux; il faut donc réduire la valeur des contreforts, de façon qu'on puisse la considerer comme si elle régnoit sur toute la longueur du mur: pour cela l'on n'a qu'à diviser $2ab$, par 5, & l'on aura $\frac{2ab}{5}$ égal à l'expression du poids *M*, qu'on doit regarder comme équivalant à tous les contreforts réünis ensemble dans un des points de la ligne *GM*, tirée du centre de gravité.

Presentement, il faut réünir le poids *M*, au poids *N*, enforte qu'il pése autant en *H*, qu'il pése en *G*, par raport au point d'apui *D*, ainsi

Digitized by Google

D, ainſi je multiplie la valeur du poids M, par ſon bras de lévier GD, $(2a)$ pour avoir $\frac{4aab}{5}$, que je diviſe par le bras HD, $(\frac{a}{2})$ le quotient eſt $\frac{8ab}{5}$, qui étant ajoûté avec le poids N, (ab) donne $\frac{13ab}{5}$ pour la ſomme des poids M, & N, réünis ſi l'on veut dans le ſeul poids O: maintenant ſi l'on nomme x, la puiſſance Q, & qu'on conſidere les lignes HD, & BD, comme faiſant un lévier recourbé dont le point d'apui eſt en D, l'on aura BD, (b) HD, $(\frac{a}{2})$: : O, $(\frac{13ab}{5})$ x, qui donne cette équation $bx = \frac{13aab}{10}$, ou bien $x = \frac{13aa}{10}$ qui fait voir que la puiſſance Q, eſt $\frac{13aa}{10}$.

Si au lieu de ſupoſer le point d'apui en D, on le ſupoſe en F, l'on aura le lévier recourbé EFH, à l'extrêmité d'un des bras duquel eſt encore le poids O, qui exprime toûjours la muraille & les contreforts, & la puiſſance P, à l'autre bras, laquelle étant nommée y, donnera dans l'état d'équilibre EF, (b) FH, $(\frac{5a}{2})$ :: $\frac{29ab}{25}$, y. D'où l'on tire $y = \frac{29aa}{10}$, par conſéquent Q, (x) P, $(y;)$ $\frac{13aa}{10}$, $\frac{29aa}{10}$ ou comme treïze eſt à vingt-neuf.

Remarque premiere.

41. Cette propoſition montre clairement qu'un mur qui a des contreforts réſiſte beaucoup plus à l'effort d'une puiſſance quand elle agit dans un ſens opoſé aux contreforts, que lorſqu'elle pouſſe du côté des contreforts mêmes, à cauſe de la difference des bras de léviers qui répondent à la baſe.

Remarque ſeconde.

42. L'on remarquera encore, que ſi dans les revêtemens de Fortifications & de Terraſſes, l'on n'avoit égard qu'à la pouſſée des Terres, il vaudroit beaucoup mieux faire les contreforts en dehors qu'en dedans: cependant cela ne ſe pratique point ainſi, pour ne pas choquer la vüë, & pour d'autres raiſons qui ſe font aſſés ſentir; mais

quand

quand il s'agit de soûtenir les piés-droits d'une Voûte, c'est alors qu'il faut absolument les placer en dehors, afin qu'ils soient directement oposés à la poussée.

Remarque troisiéme.

43. Pour faire voir à quel point un mur, qui soûtient quelque poussée, est capable de résister davantage lorsqu'il y a des contreforts que quand il n'y en a point, quoique la même quantité de Maçonnerie subsiste de part & d'autre, augmentons par plaisir l'épaisseur *CD*, de la muraille de toute la maçonnerie qui est employée dans les contreforts: pour cela je divise la longueur *FC*, ($2a$) par 5, pour avoir $\frac{2a}{5}$ qui sera l'épaisseur *RC*, réduite, qui étant ajoûtée avec *CD*, donnera $\frac{7a}{5}$ pour toute l'épaisseur *RD*, ou *PX*, du nouveau Profil *TX*, qui étant multipliée par la hauteur *TP*, (b) donne $\frac{7ab}{5}$ pour la valeur du rectangle *TX*, réüni au poids *T*, qui est suspendu dans le milieu *V*, de la ligne *PX*: or suposant le point d'apui en *X*, & une puissance *S*, qui tire de *R*, en *S*, nommant cette puissance z, l'on aura dans le cas d'équilibre *RX*, (b) *XV*, $\left(\frac{7a}{10}\right) :: T, \left(\frac{7ab}{5}\right) z$, qui donne $\frac{49aa}{50} = z$, & comme 49 ne differe de 50 que d'une unité, nous suposerons $aa = z$.

Fig. 4. & 5. — Fig. 3.

Presentement, pour comparer la puissance *Q*, $\left(\frac{13aa}{10}\right)$ à la puissance *S*, on donnera à la seconde le même dénominateur qu'à la prémiere, & pour lors l'on aura $Q, S, :: \frac{13aa}{10}, \frac{10aa}{10}$, qui étant réduite, donne $Q, S, :: 13, 10$. L'on peut donc conclure de tout ceci, que plus les contreforts seront longs, & plus le bras de lévier sera à l'avantage de la puissance résistante, c'est pourquoi dans les occasions où l'on peut se dispenser de donner une grande épaisseur aux contreforts, il vaut mieux étendre sur leur longueur, que sur leur épaisseur, la maçonnerie qu'on leur destine, afin que l'ouvrage en soit encore plus inébranlable.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLÊME.

44. *Ayant un revêtement de Terrasse* ABCD, *& une puissance* P, *dont la force est suposée beaucoup au-dessus de la résistance, dont le revêtement est capable par son poids, on demande de quelle longueur il faudra faire les contreforts qu'on voudroit y ajoûter afin que le tout soit en équilibre avec cette puissance.* Fig. 6. & 7.

Pour bien entendre ce Probleme il faut être prévenu que la hauteur *CE*, du revêtement est suposée de 30 pieds, & qu'ainsi selon la regle générale, la ligne de talud *ED*, doit être de 6 pieds. Or si ce revêtement avoit des Terres à soûtenir, on verra dans la Table que la puissance équivalente à leur poussée, c'est-à-dire la puissance *P*, est de 52 pieds 6 pouces 4 lignes, & que pour mettre le revêtement en équilibre avec cette puissance, il faudroit donner 4 pieds 9 pouces 8 lignes à l'épaisseur *BC*, du sommet, par conséquent si l'on diminuoit cette épaisseur de quelque chose; c'est-à-dire, par exemple, que si au lieu de lui donner 4 pieds 9 pouces 8 lignes, on ne lui donnoit que 3 pieds, la puissance étant toûjours suposée la même, il est certain que le revêtement ne seroit plus en équilibre, parce que le bras de lévier *ID*, sera racourci, & le poids *M*, diminué, ce qui mettroit la puissance beacoup au-dessus de la résistance du revêtement: cependant comme on veut maintenir l'un & l'autre en équilibre, on prend le parti de faire des contreforts, & la question se réduit à savoir quelle longueur il faudra leur donner par raport à leur épaisseur, & à la distance où ils seront posés, afin qu'ils supléent à l'épaisseur qu'on a donnée de moins qu'il ne falloit au sommet *BC*.

Pour cela nous nommerons *BC*, ou *AE*, a; *CE*, c; *ED*, d; *GA*, y; & nous suposerons que n, marque toute l'épaisseur *AD*, de la base, afin d'avoir $n = a + d$, & que la puissance *P*, est toûjours exprimée par bf: cela étant le poids *M* sera ac, & le poids *N*, sera $\frac{dc}{2}$; à l'égard du poids *L*, il seroit exprimé par cy, si le rectangle *FA*, étoit le profil d'un mur qui regnât sur toute la longueur du revêtement; mais n'étant que celui des contreforts, il faut comme nous l'avons dit dans l'art. 40 avoir

40 avoir égard à leur diſtance & à leur épaiſſeur. Or ſi l'on ſupoſe que de l'eſpace *LMON*, qui régne derriere le revêtement, il n'y en ait qu'un quart qui ſoit occupé par les contreforts; c'eſt-à-dire, que donnant, par exemple, 4 pieds à l'épaiſſeur *BC*, ou *EF*, de chaque contrefort, on en laiſſe 12 d'intervalle de *C*, en *D*, tous les contreforts pourront être exprimés par $\frac{cy}{4}$, de même que tout le revétement *ABCD*, par $ac + \frac{cd}{2}$, il ne s'agit donc plus que de réünir les poids *L*, & *N*, avec le poids *M*, pour ne faire enſemble qu'un ſeul poids *O*, qui faſſe le même effet étant ſuſpendu au point *I*, par raport au point d'apui, *D*, qu'ils font étant ſuſpendus en *H*, & en *K*, pour cela l'on ſait qu'il faut multiplier le poids *N*, $(\frac{cd}{2})$ par ſon bras de levier *KD*, $(\frac{cd}{3})$ de même que le poids *L*, $(\frac{cy}{4})$ par ſon bras de lévier *HD*, $(n + \frac{y}{2})$ & diviſer chaque produit par le bras *ID*, & qu'alors l'on aura $\frac{\frac{cyy + 2cny}{8} + \frac{cdd}{3}}{\frac{a + 2d}{2}} + ac$, pour la valeur du poids *O*, or multipliant ce poids par ſon bras de lévier *ID*, l'on aura un produit égal à celui de la puiſſance *P*, $(bf,)$ par ſon bras de lévier *DQ*, $(c,)$ par conſéquent cette équation $\frac{cyy + 2cny}{8} + \frac{cdd}{3} + \frac{caa + 2cad}{2} = bcf$, d'où effaçant c, & faiſant paſſer du premier membre dans le ſecond, les termes où l'inconnuë ne ſe trouve point, l'on aura $\frac{yy + 2ny}{8} = bf - \frac{aa - 2ad}{2} - \frac{dd}{3}$; ſi de cette équation l'on fait évanoüir la fraction du premier membre & qu'on ajoûte nn, de part & d'autre pour rendre le premier membre un quarré parfait, l'on aura $yy + 2ny + nn = 8bf - 4aa - 8ad - \frac{8dd}{3} + nn$, d'où extrayant la racine quarrée & dégageant l'inconnuë, il viendra pour derniere équation $y = \sqrt{8bf - 4aa - 8ad - \frac{8dd}{3} + nn} - n$, qui donne ce que l'on cherchoit.

APLICATION.

Pour ſavoir en nombre quelle doit être la longueur des contreforts

forts, il faut se rappeller que l'on a suposé que la puissance bf, valoit 52 pieds 6 pouces 4 lignes, que a, valoit 3 pieds, d, 6. & $a+d$, ou n, vaudra donc 9 pieds; ainsi en suivant ce qui est enseigné dans la derniere équation, l'on aura $8bf = 420$ pieds 2 pouces 8 lignes. $4aa = 36$, $8ad = 144$, $\frac{8dd}{3} = 96$, & $nn = 81$. Mais cette équation montre aussi qu'il faut ajoûter $8bf$, avec nn; c'est-à-dire, 420 pieds 2 pouces 8 lignes, avec 81 pour avoir 501 pieds 2 pouces 8 lignes, & qu'il en faut soustraire $4aa$. $8ad$ & $\frac{8dd}{3}$ ou leur valeur 36, 144, 96, qui font 276, & de la difference qui est 225 pieds 2 pouces 8 lignes, en extraire la racine quarrée, qu'on trouvera d'environ 15 pieds, de laquelle soustrayant n, qui vaut 9 pieds, la difference sera 6 pieds pour la valeur de y, ou, si l'on veut, pour la longueur qu'il faudra donner aux contreforts.

Remarque prémiere.

45. Si l'on vouloit que les contreforts & le revêtement au lieu d'être en équilibre par leur résistance avec la puissance P, fussent capables de soûtenir l'effort d'une autre puissance qui seroit plus forte d'un quart que celle-ci, il faudroit au lieu de supposer bf, égal à 52 pieds 6 pouces 4 lignes, le supposer de 65 pieds 8 pouces; pour lors les contreforts auront 9 pieds 6 pouces 4 lignes de longueur & non pas 6 pieds.

Remarque seconde.

46. Nous venons de suposer que l'espace $LMNO$, qui regne derriere le revêtement étoit rempli par un quart de maçonnerie & par trois quarts de terre, parce que l'intervalle AB, d'un contrefort à l'autre, est triple de l'épaisseur BC, de chaque contrefort, & c'est pour cela que nous avons divisé la longueur EB, par 4, parce qu'en effet la ligne AC, qui vaut quatre parties égales peut-être regardée comme le dénominateur d'une fraction, dont le numerateur est égal à la partie BC, qui est un quart de toute la ligne AC; mais si l'on vouloit que les contreforts fussent plus près les uns des autres; ensorte qu'ils ne fussent éloignés, par exemple, que du double de leur épaisseur, pour lors l'étenduë qu'occuperont tous les contreforts sera à celui qui regne entre les deux paralelles LM, & NO, comme un est à trois, ce qui fait voir qu'au lieu de diviser la longueur inconnuë des contreforts; c'est-à-dire, y par 4, il ne faudroit FIG. 7.

droit

droit la diviser que par 3, ou par 2, si l'on vouloit que les contreforts ne fussent distans les uns des autres que d'un intervalle égal à leur épaisseur: enfin si l'on vouloit que l'étenduë occupée par les contreforts soit à tout l'espace renfermé par les paralelles comme 2 est à 5, il faudroit multiplier y par 2 & le diviser ensuite par 5, parce qu'alors l'on aura $\frac{2y}{5}$ qui exprimera la réduction des contreforts; or comme 5 marque tout l'espace renfermé entre les paralelles, & 2 celui qui est occupé par les contreforts, si l'on retranche donc 2 de 5, il restera 3, & les nombres deux & trois marqueront le rapport de l'épaisseur des contreforts à leur distance: il est bon de faire attention à ceci, quoique ce ne soit qu'une bagatelle, parce que dans le Probléme suivant où nous chercherons quel doit être le raport de l'épaisseur des contreforts à leur distance, cela pourra nous servir.

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME.

Fig. 6. 47. *Ayant déterminé la longueur* AG, *des contreforts, l'épaisseur* BC, *du revêtement, & sa ligne de talud* ED, *on demande quelle épaisseur il faudra donner aux contreforts par rapport à la distance où il faudra les éloigner les uns des autres pour que toute la Maçonnerie soit en équilibre avec la puissance* P, *qui tireroit de* C, *en* Q.

On supose encore ici, comme on l'a fait ailleurs, que la puissance P, est beaucoup au-dessus de la résistance dont le revêtement $ABCD$, est capable par son poids, & qu'ainsi il faut faire des contreforts pour donner au revêtement la force qui lui manque: or comme dans le Probléme précédent, nous avons cherché quelle longueur il faloit donner à ces contreforts pour rencontrer le point d'équilibre, ici l'on supose que cette longueur a été déterminée, & qu'il s'agit seulement de savoir quel raport il doit y avoir de l'épaisseur des contreforts à leur distance, afin qu'ils composent ensemble un massif suffisant pour rendre le revêtement capable de soûtenir l'effort de la puissance.

Ayant nommé GA, b; BA, c; AE, a; ED, d; AD, n; c'est-à-dire

à-dire $n = a + d$, & la puissance *P*, bf; comme à l'ordinaire, l'on aura $\frac{cd}{2}$ pour le poids *N*, & ac, pour le poids *M*; quant au poids *L*, comme il ne doit exprimer qu'une partie du rectangle *GFBA*, on ne peut pas dire que cb, soit la valeur de ce poids, parce que cb, doit être divisé par une certaine grandeur qui determine le raport de l'épaisseur des contreforts avec leur intervalle; or comme on ne connoît pas cette grandeur, nous la nommerons x, & pour lors le poids *L*, sera $\frac{cb}{x}$. Presentement, si l'on réünit les trois poids *L*, *M*, *N*, en un seul *O*, & qu'on le multiplie par le bras de lévier *ID*, l'on aura un produit égal à celui de la puissance *P*, par son bras de lévier *DQ*, qui donnera cette équation $\frac{cbb + 2cnb}{2x} + \frac{aac + 2adc}{2} + \frac{cdd}{3} = bfc$, dont je n'explique point les opérations qui l'ont formée, parce qu'elles sont les mêmes que celles de la proposition précédente, il suffira seulement de dire que pour avoir la valeur de l'inconnuë x, il faut d'abord effacer c, de toute part, & faire passer $\frac{aa + 2da}{2} + \frac{dd}{2}$ du premier membre dans le second, afin d'avoir $\frac{bb + 2nb}{2x} = bf - \frac{aa - 2da}{2} - \frac{dd}{3}$ d'où faisant évanoüir la fraction du premier membre, il viendra $bb + 2nb = 2xbf - xaa - 2xad - \frac{2xdd}{3}$ or si l'on divise cette équation par $2bf - aa - 2ad - \frac{2dd}{3}$ elle sera changée en celle-ci $\frac{bb + 2nb}{2bf - aa - 2ad - \frac{2dd}{3}} = x$, qui donne la valeur de x.

APLICATION.

Suposant que la puissance *P*, soit de 66 pieds, que *GA*, ou b, soit de 7 pieds, *ED*, ou d, de 6, *AE*, ou a, de 3, l'on aura 9 pour la valeur de n: cela posé, le dividende de l'équation précédente sera 175, & le diviseur sera 63, ainsi faisant la division, l'on aura pour quotient $2 + \frac{7}{9}$ ou ce qui est la même chose $\frac{25}{9} = x$, c'est-à-dire, qu'il faut diviser cb, par $\frac{25}{9}$ mais comme $\frac{cb}{\frac{25}{9}}$ est la

H 2 même

même chose que $\frac{9cb}{25}$, l'on voit que suprimant cb, qui est inutile, & retranchant le numerateur du dénominateur, il vient $\frac{9}{16}$ qui marque le raport de l'épaisseur qu'il faut donner aux contreforts avec l'intervalle dont ils doivent être éloignés les uns des autres; c'est-à-dire, par exemple, que si l'on donnoit 4 pieds $\frac{1}{2}$ d'épaisseur aux contreforts, il faudroit les construire à 8 pieds les uns des autres.

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

Fig. 6. 48. *Ayant déterminé la longueur* GA, *des contreforts, leur épaisseur & leur distance, de même que la ligne de* ED, *& la hauteur* CE, *l'on demande qu'elle épaisseur il faudra donner au sommet* BC, *du revêtement pour qu'il soit en équilibre par son poids avec une puissance qui tireroit de* C, *en* Q.

Nous nommerons *GA*, b; *ED*, d; la hauteur *CE*, c; l'épaisseur *BC*, ou *AE*, x; & la puissance bf, comme à l'ordinaire; or comme l'on supose que l'espace occupé par les contreforts est à toute l'étenduë *LMNO*, comme 2 est à 5, la reduction des contreforts, ou si l'on veut, la valeur du poids *L*, sera donc $\frac{2bc}{5}$, le poids *M*, sera xc, & le poids *N*, $\frac{cd}{2}$; si présentement l'on réünit ces trois poids dans un seul *O*, & qu'on multiplie ensuite ce poids par le bras *ID*, l'on aura comme ci-devant un produit égal à celui de la puissance *P*, par son bras de lévier *DQ*, par conséquent cette équation $\frac{xxc}{2} + xcd + \frac{2xbc}{5} + \frac{bbc}{5} + \frac{2bdc}{5} + \frac{ddc}{3} = bfc$, d'où faisant passer du premier membre dans le second les termes où l'inconnuë ne se trouve point, & divisant le tout par c, l'on aura $\frac{xx}{2} + xd + \frac{2xb}{5} = bf - \frac{bb}{5} - \frac{2bd}{5} - \frac{dd}{3}$, mais si l'on supose $n = d + \frac{2b}{5}$ l'on aura $nx, = dx + \frac{2bx}{5}$ & mettant nx, à la place de sa valeur dans l'équation pré-

précédente, & multipliant le tout par 2 pour faire évanoüir la fraction $\frac{xx}{2}$ elle sera changée en celle-ci, $xx + 2nx = 2bf - \frac{2bb}{5} - \frac{4db}{5} - \frac{2dd}{3}$ à laquelle ajoûtant nn, de part & d'autre, il viendra $xx + 2nx + nn = 2bf + nn - \frac{2bb}{4} - \frac{4db}{5} - \frac{2dd}{3}$; or si de cette équation l'on en extrait la racine quarrée, & qu'on dégage ensuite l'inconnuë, on aura cette derniere équation, $x = \sqrt{2bf + nn - \frac{2bb}{4} - \frac{4db}{5} - \frac{2dd}{3}} - n$, qui donne ce que l'on cherche.

APLICATION.

Si l'on supose que la puissance bf, soit de 55 pieds & que GA, (b) soit de 5, & la ligne de talud ED, de 4, l'on n'aura qu'à faire les mêmes opérations par les nombres que celles qui sont indiquées dans la derniere équation, & l'on trouvera que l'épaisseur BC, ou AE, doit être de 4 pieds 5 pouces 4 lignes, pour que le revêtement joint aux contreforts soit en équilibre avec la puissance.

Remarque.

49. Aprés qu'on aura trouvé le point d'équilibre au sujet de quelqu'un des Problémes précédens, on pourra mettre le revêtement & les contreforts au-dessus de la poussée des terres, soit en donnant un peu plus d'épaisseur au sommet, ou en augmentant la ligne de talud ou la longueur des contreforts, je n'en donne point d'exemple, parce que ceci peut se faire sans aucune difficulté.

Examen des differentes Figures qu'on peut donner à la base des contreforts.

50. On a insinué au commencement de ce Chapitre, qu'il falloit avoir égard à la figure qu'il convenoit de donner à la base des contreforts, selon les differens usages des murs ausquels ils seroient apliqués; comme c'est ici l'endroit d'en examiner toutes les circonstances, voici ce qui m'a parû qu'on pouvoit dire sur ce sujet.

Quand il s'agit des murs qui ne soûtiennent aucune poussée comme sont ceux de clôture, & qu'on juge à propos d'y faire des contre-

treforts, il ſemble qu'il eſt aſſés indifferent de donner à leur baſe telle figure que l'on voudra, parce que dans ce cas, les contreforts ne ſervent guere qu'à donner plus d'aſſiette aux murs, & comme on a coûtume de faire leur baſe rectangulaire, il ne ſera pas mal de ſuivre l'uſage, c'eſt pourquoi nous ne nous y arrêterons point.

Mais quand les contreforts ſont apliqués derriere des revêtemens, qui doivent ſoûtenir des terres & autres poids conſidérables, la baſe qui convient le mieux eſt de la faire comme *ECDF*; c'eſt-à-dire, lui donner plus de largeur à la queuë *CD*, qu'à la racine *EF*, parce que le centre de gravité au lieu d'être dans le milieu de ſa longueur, comme au rectangle *AB*, ſera plus éloigné du point d'apui, par conſéquent le bras de lévier, qui répond au poids, devenant plus long, le revêtement ſera capable d'une plus grande réſiſtance qu'auparavant avec la même quantité de maçonnerie; & ſi j'ai ſupoſé rectangulaire la baſe des contreforts qui ont eu lieu dans les propoſitions précédentes, ce n'eſt pas que j'aie voulu montrer qu'il falloit la faire ainſi, ç'a été ſeulement pour agir avec plus de ſimplicité.

Fig. 9.

Si les contreforts ſont en dehors, c'eſt-à-dire, opoſés à la pouſſée de la puiſſance qui agit, comme aux piés-droits des Voûtes, il faut au contraire faire leurs baſes plus larges à la racine qu'à la queuë comme *IHGK*, parce que le centre de gravité ſera plus éloigné du point d'apui, & que le bras de lévier qui répond au poids ſe trouvera encore allongé comme dans le cas précédent, mais dans un ſens contraire, ce qui donnera beaucoup plus de force aux piés-droits & aux contreforts. Je ne parle pas de pluſieurs autres figures qu'on pourroit donner à la baſe des contreforts pour fortifier encore davantage les revêtemens, parce que ces figures dépendroient de certaines courbes qu'il feroit bien difficile de faire entendre, non-ſeulement aux maçons, mais même à ceux qui les dirigent, j'ai de la répugnance auſſi-bien qu'eux pour tout ce qui n'eſt pas d'une utilité eſſentielle, ſur-tout dans les choſes qui demandent d'être executées par des voyes ſimples.

Fig. 9.

Mais pour juger exactement de la réſiſtance dont les revêtemens peuvent être capables par raport à la figure qu'on donnera à leurs contreforts, nous ſupoſerons que le profil *LT*, apartient à trois revêtemens differens, dont le premier auroit tous ſes contreforts comme *AB*, le ſecond comme *CF*, & le troiſiéme comme *HK*; que ces contreforts ſont égaux en ſuperficie, & que par conſéquent la quantité de maçonnerie eſt égale pour chacun des revêtemens.

Fig. 8. & 9.

Cela

Cela posé, remarqués que dans le rectangle *AB*, le centre de gravité est au point *O*, milieu de la longueur *LR* (par l'art. 1.) qui répond aussi au profil; mais qu'il n'en est pas de même de l'autre plan *CF*, puisque pour avoir son centre de gravité, selon l'art. 10. il faut diviser la ligne *LR*, en trois également, ensuite couper la partie du milieu *MQ*, au point *N*, de maniere que *NM*, soit à *NQ*, comme *EF*, est à *CD*; or ayant fait *CD*, double de *EF*, *NQ*, sera double de *NM*, par consequent le point *N*, sera le centre de gravité; mais dans le profil, le poids qui exprimera le contrefort pésera plus en *N*, qu'en *O*, dans la raison de *NZ*, à *OZ*, qu'on doit regarder comme des bras de léviers dont le point d'apui est en *Z*, par conséquent le contrefort *CF*, résistera plus que *AB*, dans la raison des lignes *NZ*, & *OZ*.

Cependant le contrefort *CF*, résistera encore bien davantage que *HK*, si la ligne *GK*, est double de *HI*, car pour lors *MP*, sera double de *PQ*, parce que le centre de gravité sera au point *P*, & le poids qui y sera suspendu ne pésera pas tant que s'il étoit en *O*, & encore moins que s'il étoit en *N*, dans la raison que *PZ*, sera plus petit que *NZ*.

Il suit de ce que l'on vient de dire, que plus les lignes égales *CD*, & *GK*, seront plus grandes que *EF*, & *HI*, plus le contrefort *CF*, aura sa résistance au-dessus de *HK*, quand les bases de ces deux contreforts seront égales en superficie.

Voulant exprimer d'une maniere generale, la resistance dont chacun des trois revêtemens est capable, nous nommerons *RV*, a; *VZ*, d; *VT*, c; *RZ*, q; *LR*, b; & le tiers de la même ligne *LR*, n; l'on aura $\frac{aac + 2acd}{2} + \frac{cdd}{3}$ pour le rectangle *RT*, & le triangle de talud réüni autour du point *T*, multiplié par le bras de lévier *TZ*; d'autre côté cb, exprimera la valeur du rectangle des contreforts, & si l'on supose que selon l'Article 46, la maçonnerie de ces contreforts occupe un tiers de l'espace qui est entre la queuë & la racine, l'on aura $\frac{cb}{3}$ pour la valeur des contreforts réduite, qu'il faut multiplier par les bras des léviers *OZ* $\left(\frac{2q + 3n}{2}\right)$ *NZ* $\left(\frac{3q + 5n}{3}\right)$ *PZ* $\left(\frac{3q + 4n}{3}\right)$ dont les produits seront $\frac{2cbq + 3cbn}{6}$, $\frac{3cbq + 5bcn}{9}$, $\frac{3cbq + 4cbn}{9}$ qu'il faudroit diviser par *TZ*, pour réünir chaque poids au point *T*; mais comme ces grandeurs doivent-être ensuite multipliées

tipliées par la même ligne TZ, quand on voudra former les équations des poids & des puiſſances par leur bras de léviers, on ſe contentera d'ajouter chacun de ſes produits avec $\frac{aac + 2acd}{2} + \frac{ddc}{3}$ ainſi nommant x, la puiſſance qui ſera en équilibre avec le premier revêtement des contreforts AB, l'on aura $\frac{aa + 2ad}{2} + \frac{dd}{3} + \frac{2bq + 3bn}{6} = x$, nommant y, celle du revêtement dont les contreforts seront comme CF, l'on aura $\frac{aa + 2ad}{2} + \frac{dd}{3} + \frac{3bq + 5bn}{9} = y$, enfin nommant z, la puiſſance qui eſt en équilibre avec la réſiſtance du revêtement, dont les contreforts ſont comme HK, l'on aura $\frac{aa + 2ad}{2} + \frac{dd}{3} + \frac{3bq + 4bn}{9} = z$, par conſéquent ſi on donne des valeurs en nombre aux lignes qui ſont exprimées par les lettres qui compoſent les premiers membres des équations précédentes, il ſera aiſé de connoître le raport des trois puiſſances, x, y, z, qui fera voir de combien ces revêtemens ont plus de force les uns que les autres.

Il ſuit de tout ce que l'on vient de voir, que ſi l'on veut faire des revêtemens qui ayent la même hauteur, & des pouſſées égales à ſoûtenir, que pour les mettre en équilibre, on ſera contraint de donner plus d'épaiſſeur au ſommet de ceux qui auront leurs contreforts comme HK, que s'ils les avoient comme CF.

Je ne ſais par quelle raiſon on fait ordinairement les contreforts des revêtemens de fortification plûtôt comme HK, que comme CF, ſi ce n'eſt pour les lier davantage à la muraille, puiſque ſi l'on en excepte ce motif qui eſt de conſéquence, ſur-tout quand on n'a pas de bons matériaux, on ne peut pas douter qu'il ne faille beaucoup plus de maçonnerie, ſelon la premiere maniere, que ſelon la ſeconde, pour faire le même effet: il y en a qui veulent que ce ſoit pour diminuer la pouſſée des Terres; mais c'eſt une erreur, puiſqu'elles agiront de même, de quelque façon que les contreforts ſoient, comme il eſt aiſé de le prouver. D'autres prétendent que c'eſt afin qu'ils ſoûtiennent plus long-tems la violence du Canon quand on bat en brêche, & qu'ils empêchent que la chemiſe d'un Ouvrage ne ſoit pas ſi-tôt ruinée: cette raiſon n'eſt pas meilleure que la précédente, comme on le va voir.

Supoſant que la muraille ait été ruinée juſqu'à la racine des contreforts, on ſait bien que quand les batteries des aſſiégeans en ſont là, les contreforts ne ſont pas un petit obſtacle à l'avancement de

la

Digitized by Google

la brêche, puisqu'ayant moins de prise que le reste, ce n'est pas sans difficulté que l'ennemi parvient à les raser, au point de rendre la brêche praticable. Or, la question se réduit à savoir lequel des deux contreforts *CF*, ou *HK*, soûtiendra plus long-tems le choc des boulets ; pour en juger, nous les examinerons comme s'ils étoient détachés du revêtement.

On ne peut pas disconvenir que la face *FH*, étant celle qui se présente à l'ennemi, ne soit plûtôt détruite que l'autre *BC*, parce que les angles aigus *F*, & *H*, ont peu de solidité ; & comme ce qui restera du contrefort va toûjours en diminuant vers la queuë, l'ébranlement augmentant à mesure que les premieres parties seront détachées, la destruction totale sera bien-tôt achevée. FIG. 10. & 11.

Il n'en est pas de même selon l'autre figure ; car comme la face *BC*, présente un plus petit front, elle sera moins en prise, les angles obtus *B* & *C* se soûtiendront davantage que les autres *F* & *H*. D'ailleurs les faces *AB*, & *BC*, ne se présentant que de biais, le boulet ne les choquera point avec la force absoluë, ainsi la destruction ne pourra se faire que successivement, à mesure que les parties qui sont immédiatement derriere la ligne *BC*, seront détruites ; & je ne doute nullement que s'il faut 40 coups de Canon pour raser le contrefort *FH*, il n'en faille plus de 60 pour le contrefort *AC* ; & comme il arrivera la même chose à tous les autres qui accompagneront ce dernier dans l'étenduë de la brêche, on ne peut pas contester qu'un revêtement dont les contreforts sont plus épais à la queuë qu'à la racine, ne se soûtiennent bien plus long-tems que s'ils étoient faits comme on les pratique ordinairement. Au reste je ne veux rien décider absolument là-dessus, j'expose mes reflexions, on en fera l'usage qu'on jugera à propos ; ce que je pourrois dire pour justifier ce que j'avance quelquefois, qui n'est pas conforme à l'usage, c'est que je ne rapporte rien qui ne soit établi sur des démonstrations.

Pour lier cette dissertation avec les propositions de ce Chapitre, il est à propos de faire remarquer, que soit qu'on se serve des contreforts comme *CF*, ou comme *HK*, on résoudra tous les Problémes précédens de la même façon que si ces contreforts étoient comme *AB*, puisqu'il n'y aura d'autre difference que dans la situation du centre de gravité ; c'est pourquoi quand ils seront comme *CF*, il faudra multiplier la superficie des contreforts par la ligne *NZ*, & quand on les fera comme *HK*, il faudra la multiplier par *PZ*, & non pas par *OZ*, à cause que le bras de lévier est augmenté dans le premier cas, & diminué dans le second : à cela près, tout FIG. 9.

 le

le reste se fera comme il a été enseigné.

Mr. *Delormes*, me voyant travailler à cet Ouvrage, me dit qu'ayant démoli dans la derniere Guerre plusieurs Places du Duc de Savoye, entr'autres *Pignerol*, *Verceilles*, *Hivrée*, & *Veruë*, il avoit remarqué que tous les contreforts des revêtemens de ces Places étoient liés ensemble par une Arcade, qui alloit se terminer à la hauteur du cordon, & qu'au-dessus des Arcades & des contreforts, il regnoit une espece de banquette sur laquelle reposoit la plus grande partie des Terres du Parapet: cela lui a fait penser, que pour fortifier les revêtemens contre la poussée des Terres, l'effet du Canon, & empêcher que la brêche ne se fit si-tôt, on pourroit dans l'entre-deux des contreforts faire une Arcade, qui, régnant sur toute leur longueur, contribuëroit beaucoup à rendre le revêtement plus solide, sans être obligé de lui donner tant d'épaisseur au sommet, sur-tout quand il s'agiroit d'une hauteur de Rempart considérable; & son dessein seroit, que faisant ces Arcades en plein ceintre, la hauteur sous la clef fut environ les deux tiers de toute la hauteur du revêtement ou des contreforts depuis la retraite jusqu'au cordon. L'avantage de cette construction est que l'ennemi, après avoir ruïné la chemise, seroit encore, non-seulement dans la nécessité de battre les contreforts, mais aussi de détruire les Arcades qui seroient d'un grand obstacle à l'éboulement des Terres & à l'avancement de la brêche; desorte qu'à le bien prendre, il auroit deux revêtemens pour un à ruiner.

Je viens d'aprendre que Mr. *du Vivier*, Ingénieur en Chef de Charlemont, a proposé depuis peu un nouveau sistême de revêtement, dans lequel il employe quatre Arcades l'une sur l'autre pour lier les contreforts; & par-là le revêtement devient si solide, qu'il lui suffit de donner trois pieds d'épaisseur sur la retraite comme au sommet, parce qu'il est fait à plomb devant & derriere, sans doute pour ne point exposer le parement aux injures de l'air, qui est une précaution que j'aprouverai toûjours, malgré tout ce que j'ai pû dire en faveur des taluds; mais comme ce n'a été que dans l'esprit d'une Théorie qui ne doit rien laisser échaper de tout ce qui mérite quelque attention, j'ai toûjours entendu, que quand il seroit question d'élever des murs, on ne doit point se servir de mes remarques au préjudice des attentions qu'on doit avoir dans la pratique par raport à la qualité des materiaux qu'on employe & aux autres circonstances inséparables de l'objet que l'on a en vûë: pour tout dire en un mot, quand on aura occasion de donner beaucoup de talud à un mur sans qu'il devienne contraire à sa durée, on ne doit

Digitized by Google

doit point y manquer, parce qu'il faudra moins de Maçonnerie ; mais si l'on s'aperçoit qu'il puisse devenir nuisible dans la suite, il vaut mieux lui en donner moins & ne point s'embarasser si l'on employe plus de matériaux, il arrivera toûjours que si l'on perd d'un côté l'on gagnera de l'autre.

Je prévois que bien des gens, qui ne jugent des choses que superficielement, & même souvent sans les entendre, diront peut-être après avoir lû ce que je viens d'écrire, que j'aurois pû me dispenser de prendre tant de peine pour développer un sujet sur lequel on sait à quoi s'en tenir depuis long-tems, puisque je ne dois point ignorer que Mr. de Vauban a donné un Profil qui convient à toute sorte de Rempars. Je ne disconviens pas que ce Profil ne soit bien imaginé : mais, qu'il me soit permis de demander si l'on a quelque certitude de la justesse de ses dimensions ; car, comme il n'est établi sur aucun principe démontré, il pouroit bien n'être pas si juste qu'on se l'est imaginé : ce n'est pas au reste que je veüille en diminuër le mérite, je fais trop de cas de tout ce qui vient de son illustre Auteur, pour m'emanciper dans une censure, qui me siéroit mal; mais, comme le respect qu'on doit à la memoire des grands-hommes ne nous oblige point à recevoir aveuglement tout ce qui vient d'eux, je vais faire un Paralelle du Profil général avec les Régles que je viens d'établir.

51. *Paralelle du Profil general de Mr. de Vauban avec les Régles des Chapitres précédens.*

Mr. de Vauban s'étant aperçû que les anciens Ingenieurs n'étoient point d'accord sur les dimensions qu'il falloit donner aux revêtemens de Maçonnerie, les uns les faisant d'une épaisseur extraordinaire, & les autres leur donnant à peine celle qu'il falloit pour soûtenir le poids des Terres, a établi un Profil general accommodé à toutes sortes de hauteurs de Rempars depuis dix pieds jusqu'à quatre-vingts ; & quoiqu'il soit assés connu de ceux qui s'apliquent aux Fortifications, il m'a parû que je ne ferois pas mal d'en donner l'Explication telle qu'on la tient de Mr. de Vauban lui-même, avant d'entrer dans aucun détail, afin qu'on puisse verifier mes Observations, sans être obligé d'aller chercher ce Profil ailleurs.

Explication qui est relative au Profil de Mr. de Vauban,

1°. Dans le Pays où la Maçonnerie est fort bonne, on peut fixer l'épaisseur au sommet à quatre pieds & demi ; mais dans les lieux où elle ne le sera pas, il faudra l'augmenter jusqu'à cinq pieds six pouces, & même plus, si elle est fort mauvaise.

2°. Que les contreforts aux angles saillans doivent être redoublés & brasés de part & d'autre par raport aux lignes droites qui forment ces angles.

FIG. 12.

3°. Qu'ils seront toûjours élevés à plomb à l'extrémité & par les côtés, & bien liés au corps de la muraille.

4°. Que les contreforts seront élevés aussi haut que le cordon; ils seroient encore meilleurs, si on leur donnoit deux pieds de plus pour le soûtien du Parapet.

5°. Que dans les Ouvrages où le revêtement n'est élevé qu'à moitié ou aux trois quarts du Rempart, & le surplus en gasons en placage, il faudra régler son épaisseur comme s'il devoit être élevé en Maçonnerie jusqu'au sommet du rempart: par exemple, si on élevoit quinze pieds en gason au-dessus du revêtement, il faudroit augmenter l'épaisseur au sommet de trois pieds, avec cinq qu'elle auroit déja, pour en avoir huit à la naissance du gason.

6°. Qu'il faut augmenter la grandeur & la solidité des contreforts à proportion de l'élevation du revêtement: par exemple, si le revêtement a 35 pieds de haut, savoir 20 en revêtement & 15 en gason, il faudra y faire les contreforts qui ont été reglés par le Profil de 35 pieds de haut, & que le revêtement ait la même épaisseur à 20 pieds de haut comme s'il en avoit 35.

7°. Que dans les endroits où on fera des Cavaliers comme à Maubeuge, il faudra augmenter le sommet du Profil d'un demi pied d'épais pour chaque cinq pieds que le Cavalier sera élevé au-dessus du revêtement, & la solidité des contreforts à proportion: ce qui doit s'entendre des gros revêtemens de la place, & non pas de ceux que l'on fait quelque fois aux Cavaliers, & seulement quand le pied du Cavalier aproche de trois à quatre toises du Parapet.

8°. Que les deux dernieres Colomnes de la Table portent en toises, pieds, & pouces cubes, ce que chaque toise courante de tous ces differens Profils en contient, réduction faite des contreforts.

9°. Que ces Profils ne sont proposés que pour la Maçonnerie qui doit soûtenir de grands poids de Terre nouvellement remuée, & non pas celle qu'on endosse contre la terre vierge, qui ne l'a pas encore été comme sont la plûpart des revêtemens de Fossés.

Mr. de Vauban raporte, à la suite de cette Explication, une Table composée de plusieurs Colomnes, où les Dimensions de chaque Profil particulier qu'on voit contenuës dans la figure, sont raportées & proportionnées à ce qu'il dit, au poids des Terres qu'ils auront à soûtenir; &, pour en marquer la bonté, il ajoûte qu'on l'a experimentée sur plus de 500000 toises cubes de Maçonnerie baties à 150 Places fortifiées par les ordres de Loüis le Grand. TA-

Digitized by Google

TABLE

Pour expliquer les Dimensions contenuës au Profil général de Mr. de Vauban.

Hauteur des profils ou revêtemens.	Epaisseur des revêtemens au sommet.	Epaisseur des revêtemens sur la retraite.	Distance du milieu d'un contrefort à l'autre.	Distance du milieu d'un contrefort à l'autre.	Longueur des contreforts.	Epaisseur des contreforts à la racine.	Epaisseur des contreforts à la queuë.	Solidité de la Maçonnerie par toises courantes, les contreforts étant de 18 pieds en 18 pieds.	Solidité de la Maçonnerie par toises courantes les contreforts étant de 15 pieds en 15 pieds.
pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pieds.	pi. po.	pie. pou. lig. poi.	pie. pou. lig. pol.
10	5	7	18	15	4	3	2. 0	2. 0. 11. 1	2. 1. 1. 4
20	5	9	18	15	6	4	2. 8	4. 5. 0. 5	4. 5. 9. 4
30	5	11	18	15	8	5	3. 4	8. 3. 3. 1	8. 5. 1. 4
40	5	13	18	15	10	6	4. 0	13. 2. 6. 2	14. 0. 2. 8
50	5	15	18	15	12	7	4. 8	19. 3. 8. 10	20. 4. 2. 8
60	5	17	18	15	14	8	5. 4	27. 1. 10. 2	29. 6. 2. 8
70	5	19	18	15	16	9	6. 0	36. 3. 9. 4	39. 3. 4. 0
80	5	21	18	15	18	10	6. 8	47. 4. 5. 4	51. 2. 8. 0

Tous les revêtemens depuis 10 pieds jusqu'à 80 sont suposés avoir pour talud la cinquiéme partie de la hauteur, comme on en peut juger par la figure générale : quoique la plûpart des Ingenieurs trouvent ce talud trop grand, Mr. de Vauban l'a pourtant suivi dans toutes les Places qu'il a fait bâtir ; & comme il y a aparence qu'il n'ignoroit pas les raisons que l'on a aujourd'hui d'en donner moins, il faut croire qu'il ne les a pas jugé assés fortes pour y avoir égard.

Pour ne pas se méprendre dans l'usage de cette Table, j'ajoûterai au sujet des contreforts, que Mr. de Vauban propose de les faire de 18 pieds en 18 pieds, comme on le voit dans la quatriéme colomne, ou bien de 15 pieds en 15 pieds, comme il est marqué dans la cinquiéme ; c'est-à-dire, que si l'on estimoit que le revêtement d'un des Profils, dont on voudroit se servir, ne fût point assés solide pour soûtenir le poids des Terres, au lieu de donner 18 pieds du milieu d'un contrefort à l'autre, on n'en donneroit que 15 : aparamment que son dessein a été qu'on en usât ainsi, lorsque le revêtement

Digitized by Google

auroit à soûtenir quelque chose de plus que le Rempart ordinaire, comme seroit, par exemple, un Cavalier ou quelque retranchement, puisque dans les Fortifications de Landau, du neuf-Brisac, de Béfort, &c. il les a mis à la distance de 18 pieds: mais, d'une façon comme de l'autre, il donne toûjours les mêmes Dimensions aux contreforts; c'est-à-dire, que soit qu'on les fasse de 15 pieds en 15 pieds, ou de 18 en 18, ils ont la même longueur & la même épaisseur à la racine qu'à la queuë, comme on le voit dans la Table.

Comme il entre plus de maçonnerie dans les revêtemens, dont les contreforts sont de 15 pieds en 15 pieds, que dans ceux où ils sont de 18 en 18, il a donné les deux dernieres colomnes de la Table: dans la penultiéme on y trouve en toises, pieds, & pouces cubes (comme il l'a dit dans le huitiéme article de son Explication) la valeur d'une toise courante des revêtemens, y compris les contreforts réduits, lorsqu'ils sont de 18 pieds en 18 pieds; & la derniere est aussi la valeur d'une toise courante des mêmes revêtemens lorsqu'ils ne sont que de 15 p. en 15 p. Mais on remarquera que cette valeur de la toise courante, dans l'une & l'autre colomne, ne doit être comptée que pour la maçonnerie des révêtemens au-dessus de la retraite, parce qu'il n'y est pas question des fondemens, à cause que la difference du terrain peut les rendre plus profonds dans un endroit que dans l'autre.

On remarquera encore, que selon ce qui est raporté dans la septiéme & huitiéme colomne, aussi-bien qu'au Profil général, tous les contreforts sont plus épais à la racine qu'à la queuë, & que cette épaisseur de la queuë est les deux tiers de celle de la racine, laquelle va toûjours en augmentant d'un pied à mesure que la hauteur des revêtemens augmente de 10, & que la longueur des mêmes contreforts augmente de deux pieds en suivant encore la proportion des hauteurs.

Aux contreforts dont j'ai parlé dans l'art. 50. j'ai supposé que la racine *GK*, étoit double de la queuë *HI*, parce que voulant les disposer dans un sens contraire, comme au contrefort *CF*, pour les raisons que j'en ai donné, il ma parû qu'il valoit mieux faire la ligne *EF*, moitié de *CD*, que si elle en étoit les deux tiers, à cause que selon l'art. 50. plus la queuë des contreforts sera au-dessus de la racine, plus le revêtement aura de force; c'est pourquoi je n'ai point suivi la pratique de Mr. de Vauban.

Fig. 9.

Si l'on prend garde à la seconde colomne de la Table, l'on verra que les revêtemens, à quelque hauteur qu'on veüille les faire, doivent toûjours avoir cinq pieds au sommet, ainsi ils ne sont augmen-

mentés en épaiſſeur que ſur la retraite, de la quantité dont la ligne de talud devient plus grande à meſure que l'élevation eſt plus conſiderable, ce qui ne rendroit pas ces revêtemeus proportionnés à la pouſſée qu'ils ont à ſoûtenir, ſi ce défaut n'étoit reparé en partie par l'augmentation qu'on doit faire aux contreforts, ſelon ce qui eſt dit dans le ſixiéme article de l'explication. Mais, voilà le Profil général ſuffiſamment détaillé, paſſons au Paralelle que je me ſuis propôſé.

Quand on eſt accoûtumé d'agir ſelon les principes des Mathématiques, on ſe fait aiſément des difficultés: à moins que l'évidence ne régne dans tout ce que l'on nous donne pour juſte, l'eſprit n'eſt point ſatisfait; & ce qui paroît indubitable aux yeux de tout le monde, donne ſouvent de grands ſujets d'inquiétude aux Géomêtres. J'ai été long-tems dans cette diſpoſition à l'occaſion du Profil général de Mr. de Vauban: ce Profil, me ſuis-je dit pluſieurs fois, doit être bon, puiſque l'on s'en eſt toûjours ſervi avec ſuccès. Cela vient-il de ce que les revêtemens qu'on y propoſe ſont en équilibre avec la pouſſée des Terres? Ou ſeroit-ce à cauſe qu'ils ſont tellement au-deſſus de cette pouſſée, qu'il ne peut jamais leur arriver d'être renverſés? Si ç'en eſt-là la raiſon, on employe peut-être ſans le ſavoir une grande quantité de maçonnerie ſuperfluë: ſi au contraire ils n'ont que les dimenſions qui leur conviennent pour être un peu au-deſſus de la pouſſée des Terres, on ne peut pas s'hazarder à élever ſur un Rempart, comme on le fait quelquefois, des Cavaliers, des retranchemens, ou quelque autre Ouvrage, pour ſe couvrir contre les commandemens, parce que le revêtement, ſe trouvant trop foible pour ſoûtenir cette nouvelle charge, pourroit culbuter dans le Foſſé, comme cela n'eſt pas ſans exemple. Ces réfléxions me faiſoient ſentir qu'il falloit ſavoir calculer la pouſſée des Terres pour y proportionner les revêtemens quand on vouloit les conſtruire, ou bien pour ſavoir de quelle force ils étoient capables après qu'étant une fois conſtruits, on vouloit augmenter la charge. Or, comme c'eſt-là ce que nous nous propoſons d'examiner ici, nous nous atacherons aux ſix premiers revêtements du Profil général, parce qu'il y a aparence qu'il en ſera des autres qui les ſuivent comme de ceux-ci, & nous commencerons par chercher quelle eſt la puiſſance avec laquelle chacun d'eux doit être en équilibre, en leur ſupoſant les mêmes dimenſions qui leur répondent dans la Table.

Faiſant abſtraction de la petite muraille *CN*, à laquelle nous n'aurons point égard, parce qu'elle eſt toûjours la même dans chaque FIG. 13.

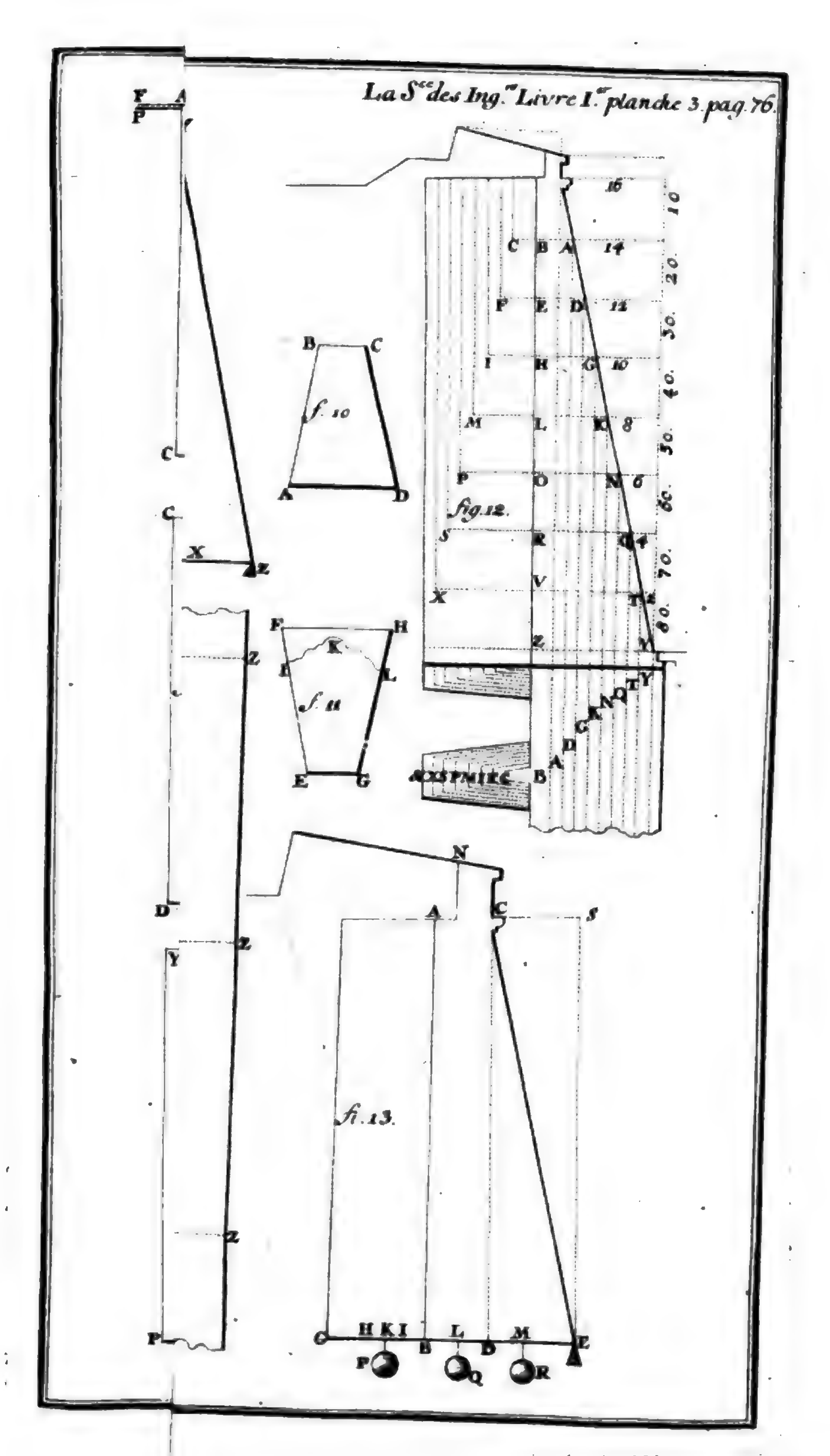
Digitized by Google

que Profil, & que d'ailleurs elle n'eſt plus guére d'uſage, nous nommerons l'épaiſſeur *AC*, ou *BD*, a; la hauteur *CD*, c; la ligne de talud *DE*, d; la longueur *GB* des contreforts b; la diſtance *KE*, du centre de gravité des contreforts au point d'apui, n; & le raport de l'eſpace qu'occupe chaque contrefort à l'intervalle où ils ſont du milieu de l'un au milieu de l'autre, ſera exprimé par $\frac{p}{q}$.

Cela poſé, ſi l'on multiplie cb par $\frac{p}{q}$ l'on aura $\frac{pcb}{q}$ pour la valeur des contreforts réduite, laquelle étant multipliée par le bras de lévier *EK*, (n) il viendra $\frac{pcbn}{q}$; multipliant de même le poids *R*, $(\frac{dc}{2})$ par ſon bras de lévier *ME*, $(\frac{2d}{3})$ & le poids *Q*, (ac) par le ſien *LE*; ajoûtant ces trois produits enſemble, l'on aura $\frac{pcbn}{q} + \frac{2acd + aac}{2} + \frac{cdd}{3}$, pour la valeur des poids *P*, *Q*, *R*, réünis au point *L*, & multipliée par le bras de lévier *LE*, ſelon l'art. 22. égale au produit du bras de lévier *AB*, ou *ES*, par la puiſſance que l'on cherche, laquelle étant nommée x, donne, en effaçant c, $\frac{pbn}{q} + \frac{2ad + aa}{2} + \frac{dd}{3} = x$, qui eſt une équation générale qui conviendra à tel Profil de revêtement que l'on voudra, puiſqu'il ne faudra avoir égard qu'à la valeur des lettres.

Voulant apliquer cette équation à un revêtement de 20 pieds de hauteur, on aura recours à la Table de Mr. de Vauban, pour voir les meſures qui lui apartiennent, & l'on trouvera que $d = 4$, $a = 5$, $b = 6$, $n = 11$ pieds, 9 pouces, 6 lignes, comme l'épaiſſeur des contreforts eſt les deux tiers de celle de la racine, & que par conſéquent ces contreforts ont leur baſes trapezoïdes: remarqués que prenant le Profil *GC*, pour celui ſur lequel nous opérons preſentement, la ligne *BG*, ſelon l'art. 10. doit être diviſée en trois parties égales, & celle du milieu *HI*, coupée de façon au point *K*, pour avoir le centre de gravité, que *KI*, ſoit à *KH*: dans la raiſon de l'épaiſſeur de la queuë à celle de la racine, j'entends comme 2 eſt à 3, ainſi *KI*, ſera les $\frac{2}{5}$ de *HI*, ou *IB*, mais comme la toute *GB*, vaut 6, *HI*, ou *IB*, ne vaudra que 2, à quoi ajoûtant les $\frac{2}{5}$ du même *IB*, l'on aura 2 pieds, 9 pouces, 6 lignes pour la valeur de *KB*, qui étant jointe à *BE*, $(a + d)$ l'on aura 11 pieds, 9 pou-

Digitized by Google


f. 10
f. 11
fig. 12
fi. 13

Digitized by Google

9 pouces 6 lignes pour la valeur de n; pour ſavoir auſſi ce que doit valoir $\frac{p}{q}$, conſiderés que p, doit marquer l'épaiſſeur de chaque contrefort, & q, l'intervalle de leur milieu: ajoûtant donc les dimenſions de la racine avec celles de la queuë, telles qu'on les trouve dans la Table, je veux dire 4 pieds, avec 2 pieds 8 pouces, l'on aura 6 pieds 8 pouces, dont la moitié qui eſt 3 pieds 4 pouces, ſera l'épaiſſeur moyenne des contreforts, par conſéquent la valeur de p; quant à celle de q, elle ſera toûjours 18, parce que c'eſt la diſtance du milieu d'un contrefort à l'autre, ainſi $\frac{p}{q}$ ſera la même choſe que $\frac{40}{216}$ ou bien $\frac{5}{27}$, multipliant cette quantité par la valeur de nb, l'on trouvera 12 pieds 5 pouces pour $\frac{pbn}{q}$, l'on trouvera auſſi que $\frac{2ad+aa}{2}$ vaut 32 pieds 6 pouces, & $\frac{dd}{3}$ 5 pi. 4 pouces.

Joignant donc tous ces nombres enſemble, il viendra 50 pieds 4 pouces 10 lignes pour la valeur de x; c'eſt-à-dire, pour la puiſſance avec laquelle le revêtement de 20 pieds du Profil général peut être en équilibre; c'eſt en faiſant les mêmes calculs avec toute la préciſion imaginable, que j'ai trouvé que le revêtement de 10 pieds de hauteur étoit en équilibre avec une puiſſance de 28 pieds 10 pouces; celui de 20, avec 50 pieds 4 pouces 10 lignes; celui de 30, avec 81 pieds un pouce; celui de 40, avec 123 pieds 10 pouces; celui de 50, avec 175 pieds 10 pouces; enfin celui de 60, avec 237 pieds, 7 pouces.

Pour ſavoir préſentement le raport de la réſiſtance de chacun de ces revêtemens avec les puiſſances qui exprimeroient la pouſſée des Terres qu'ils ont à ſoûtenir, il faut chercher la valeur de ces puiſſances pour 10, 20, 30, 40, 50, & 60 pieds de hauteur dans la troiſiéme colomne de la Table que nous avons donnée art. 37. & l'on trouvera qu'elles ſont équivalentes à 15 pieds 7 pouces; 41 pieds 5 pouces; 75 pieds 4 pouces; 117 pieds 8 pouces; 170 pieds un pouce & à 233, qui étant comparés avec la réſiſtance des revêtemens, l'on aura $\frac{15}{28}$, $\frac{41}{51}$, $\frac{75}{82}$, $\frac{117}{124}$, $\frac{170}{176}$, $\frac{233}{237}$, ou à peu-près $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{19}$, $\frac{1}{29}$, $\frac{1}{58}$, ce qui fait voir que le revêtement de 10 pieds ſelon le Profil général eſt en état de ſoutenir une pouſſée double de celle qu'il ſoûtient naturellement; que celui de

20, eſt

Digitized by Google

20, eſt au-deſſus de l'équilibre d'un quart de la réſiſtance qu'il lui faut; celui de 30, n'eſt au-deſſus de l'équilibre que d'un huitiéme; celui de 40, d'un dix-neuviéme; celui de 50, d'un vingt-uniéme; & celui de 60, d'un cinquante-huitiéme.

Comme les raports précédens ont été trouvés par des régles inconteſtables, on ne peut donc douter que, dans le Profil général, la réſiſtance des revêtemens ne diminuë à proportion qu'ils ont plus d'élevation, puiſque tandis que celui de 10 pieds eſt au-deſſus de l'équilibre de toute la pouſſée qu'il devroit ſoûtenir naturellement, celui de ſoixante n'a ſa réſiſtance que d'un cinquante-huitiéme au-deſſus de l'équilibre, qui étant une difference fort petite, on peut regarder ce revêtement comme en équilibre avec la pouſſée des Terres; ainſi dans ceux qui ſont plus élevés, il eſt à préſumer que ſuivant les proportions du Profil général, la pouſſée deviendra au-deſſus de la réſiſtance: au lieu qu'il faudroit que le revêtement fût toûjours capable de réſiſter avec une force plus grande que la pouſſée, afin de n'avoir rien à craindre des accidens qui peuvent arriver, ſoit de la part des grandes pluyes, qui au bout d'un certain tems peuvent augmenter conſidérablement le poids des terres, ſoit par les ébranlemens qui arrivent quelquefois par le bruit du Tonnerre, ou du Canon qu'on tire ſur les Rempars, qui pourroient produire des ſecouſſes capables de cauſer le renverſement de quelque face d'ouvrages. D'ailleurs, quand même tous ces mouvemens ne ſurviendroient point, il y a encore une raiſon pour mettre les revêtemens beaucoup au-deſſus de la pouſſée; c'eſt qu'en tems de ſiége, quand un ouvrage eſt battu en bréche, la violence du Canon ne peut manquer de cauſer un grand mouvement dans les parties de la maçonnerie & dans les terres, qui pourroit précipiter l'avancement de la brêche, parce que le revêtement ſe trouvant au-deſſous de la pouſſée, comme je le ſupoſe, il auroit plus de penchant à culbuter: on me dira peut-être, que c'eſt vouloir examiner les choſes trop phyſiquement; mais, dans un ſujet comme celui-ci, il faut avoir égard à tout.

On fera encore attention que ſi au lieu de donner cinq pieds d'épaiſſeur au ſommet, on n'en donnoit que quatre & demi dans les endroits où la maçonnerie ſeroit fort bonne, comme il eſt dit dans le premier article de l'Explication de Mr. de Vauban, ce ſeroit alors qu'on auroit tout à craindre du peu de réſiſtance des revêtemens de 40, 50, 60, & 70 pieds de hauteur, puiſqu'elle ſe trouveroit au-deſſous de la pouſſée des terres: car, comme je l'ai dit, article 13, la liaiſon doit être ſupoſée ici la meilleure qu'il eſt poſſible,

Digitized by Google

ſible, & on ne doit avoir égard qu'au poids & à la longueur du bras de lévier qui répond à la baſe du mur; ce qui feroit croire que Mr. de Vauban n'a pas eû cette conſideration.

Malgré ce que je viens de dire, je ne regarde pas le Profil général aſſés défectueux pour ne pouvoir pas s'en ſervir; l'expérience, qui prouve le contraire, ne ſeroit pas de mon côté: je voudrois ſeulement qu'on ne donnât pas tant d'épaiſſeur au ſommet des petits revêtemens, & que pour plus de ſûreté on en donnât davantage à celui des plus élevés; car, je ne vois pas la néceſſité de donner cinq pieds au ſommet de celui qui n'en auroit que dix en hauteur, comme s'il en avoit quatre-vingt, puiſque, ſi l'on y fait attention, c'eſt juſtement de-là que vient le défaut du Profil général; car comme il faut que les proportions de toutes les parties de chaque revêtement augmentent ou diminuent dans la même raiſon, ſelon que l'élevation eſt plus grande ou plus petite, afin que la réſiſtance ſoit toûjours proportionnée à la pouſſée, il n'y a point de doute que ſi une des dimenſions du Profil demeure conſ- FIG. 12.
tante comme eſt ici celle du ſommet, la pouſſée des terres ne ſoit au-deſſous de la réſiſtance des petits revêtemens, & ne devienne au-deſſus de celle des plus grands: il faut donc que le bras de lévier FIG. 18.
LE, augmente dans la raiſon de la hauteur *AB*, pour que la proportion ne ſoit point interrompuë, au lieu qu'elle ne peut manquer de l'être, tant que les lignes *BD*, *AC*, demeureront toûjours de cinq pieds, & que les trois autres *AB*, *BG*, *DE*, augmenteront ou diminuëront.

Or pour ſavoir de combien il faudroit augmenter l'épaiſſeur du ſommet des grands revêtemens, & diminuer celle des petits pour les bien proportionner à la pouſſée des terres & rendre régulier le Profil général, nous prendrons pour exemple celui de la figure 13. & nous nommerons *GB*, h; *KB*, g; *BD*, y; l'on aura $g+y+d$, & $\frac{pcb}{q}$ ſera la valeur des contreforts rëünie autour du centre de gravité *CK*, qui étant multipliée par le bras de lévier *KE*, donnera $\frac{pcbg+pcby+pcbd}{q}$ pour le produit. De même, ſi l'on multiplie le poids *Q* (yc) par *LE*, $(\frac{y}{2}+d)$ & le poids *R* $(\frac{dc}{2})$ par *ME* $(\frac{2d}{3})$, joignant ces trois produits enſemble, la ſomme ſera égale au produit de la puiſſance hf, par ſon bras de lévier; ce qui donne, en effaçant c de part & d'autre, $\frac{pbg+pby+pbd}{q}+\frac{yy}{2}+yd+\frac{dd}{3}=bf$.

Digitized by Google

$= bf$. Or si l'on supose $n = \frac{pb}{q} + d$, l'on aura $ny = \frac{pby}{q} + dy$, & mettant ny, à la place de sa valeur dans l'équation précédente, l'on aura $\frac{pbg + pbd}{q} + \frac{dd}{3} + \frac{yy}{2} + ny = bf$, d'où faisant passer du premier membre dans le second les termes, où y ne se trouve point, & multipliant le tout par 2, il vient $yy + 2ny = 2bf - \frac{2dd}{3} - \frac{2pbg - 2pbd}{q}$, ou $yy + 2ny + nn = 2bf - \frac{2dd}{3} - \frac{2pbg - 2pbd}{q} + nn$, en ajoûtant nn de part & d'autre qui donne $y = \sqrt{2bf - \frac{2dd}{3} - \frac{2pbg - 2pbd}{q} + nn} - n$, qui est une équation qui conviendra à tel revêtement que l'on voudra du Profil general, puisqu'il n'y aura que la valeur des lettres qui en fera la difference.

Nous servant de cette équation pour savoir quelle épaisseur il faut donner au sommet d'un revêtement de 40 pieds de hauteur, tiré du Profil general, afin que ce revêtement soit au-dessus de la poussée des terres, de telle quantité que l'on voudra, par exemple d'un sixiéme de la même poussée, qui doit suffire comme j'en ferai voir la raison dans la suite; il faut chercher dans la troisiéme colomne des puissances, quelle est la valeur de celle qui exprime la poussée des terres du Parapet & du Rempart de 40 pieds, l'on trouvera qu'elle est de 117 pieds 8 pouces, dont il faut prendre le sixiéme qui est 19 pieds 7 pouces 4 lignes, qui étant ajoûtés avec la valeur de la puissance même, l'on aura 137 pieds 3 pouces 4 lignes pour la valeur de bf, qui étant multipliée par 2, afin de suivre ce qui est marqué dans l'équation, il vient 274 pieds 6 pouces 8 lignes pour $2bf$; & pour avoir de suite la valeur des quantités positives, remarqués que les contreforts pour 40 pieds dans la Table du Profil general, ont six pieds de racine & quatre de queuë, & que par conséquent l'épaisseur moyenne est cinq, qui est la valeur P, comme la distance du milieu d'un contrefort à l'autre est toûjours 18 pieds; l'on aura donc dans ce cas-là $\frac{p}{q} = \frac{5}{18}$: & comme nous avons $n = \frac{pb}{q} + d$, n, vaudra donc 10 pieds 9 pouces 4 lignes, dont le quarré est 116 pieds un pouce 11 lignes, qui étant ajoûtés avec la valeur de $2bf$, donnent 390 pieds 8 pouces 7 lignes pour les deux grandeurs positives $2bf + nn$; & cherchant la valeur des négati-

gatives $-\frac{2dd}{3}-\frac{2pbg-2pbd}{9}$, on trouvera que leur ſomme eſt 113 pieds 4 lignes, qui étant retranchée du nombre précédent, la différence eſt 277 pieds 8 pouces 3 lignes, dont la racine quarrée eſt 16 pieds 8 pouces 9 lignes, d'où il faut retrancher la valeur de n, c'eſt-à-dire, 10 pieds 9 pouces 4 lignes, il reſtera 5 pieds 11 pouces 5 lignes, qui eſt l'épaiſſeur qu'il faut donner au ſommet du revêtement de 40 pieds du Profil general, pour que ſa réſiſtance ſoit au-deſſus de la pouſſée des terres de la ſixiéme partie de la force de cette pouſſée.

C'eſt en faiſant les mêmes opérations rélativement à la valeur des termes de la formule générale, qu'on trouvera que l'épaiſſeur au ſommet pour le revêtement de dix pieds, doit être de 3 pieds 5 pouces 4 lignes; pour celui de 20, de 4 pieds 8 pouces 9 lignes; pour celui de 30, de 5 pieds 5 pouces 9 lignes; pour celui de 50, de 6 pieds 2 pouces 10 lignes; & pour celui de 60, de 6 pieds 8 pouces 10 lignes.

Convaincu, comme je viens de le prouver, que la plûpart des revêtemens du Profil géneral n'étoient pas capables de toute la réſiſtance qui paroît leur être neceſſaire pour ſoûtenir la pouſſée des terres & tous les ébranlemens qui peuvent ſurvenir, on ſera ſans doute ſurpris que tous ceux que l'on a conſtruits ſe ſoûtiennent en bon état depuis long-tems, ſans qu'il leur ſoit arrivé aucun accident: ce qui ſemble détruire mes raiſonnemens, tout démontrés qu'ils ſoient. Cependant l'on verra que cela ne peut guéres arriver autrement, ſi l'on fait attention que trois raiſons en ſont la cauſe; la premiere, c'eſt que les revêtemens que l'on fait d'ordinaire aux Fortifications paſſent rarement 35 à 40 pieds, & qu'à cette hauteur la réſiſtance ne laiſſe pas d'être encore beaucoup au-deſſus de la pouſſée, comme nous le venons de voir; la ſeconde, que les terres n'ont jamais toute la pouſſée dont elles ſont capables, parce que quand on éleve les Rempars, on les entretient avec des lits de faſcinage, qui font qu'elles ſe ſoûtiennent preſque d'elles-mêmes; la troiſiéme, c'eſt que le pied du revêtement eſt bien lié avec les fondemens, leſquels étant enterrés ne peuvent pas facilement incliner du côté du Foſſé, quand même la réſiſtance du revêtement ſeroit au-deſſous de l'équilibre: joignons à cela, que le ſommet des contreforts étant couvert par cinq ou ſix pieds de terres qui compoſent le Parapet, ces terres font l'effet d'une puiſſance qui contre-balance en partie l'effort de pluſieurs autres puiſſances qui agiroient pour renverſer le revêtement; c'eſt pourquoi j'ai dit ci-devant, qu'il ſuf-

Digitized by Google

firoit de rendre les revêtemens capables de soûtenir une pouſſée qui ne fut que de la ſixiéme partie audeſſus de celle que cauſent naturellement les terres qui ſont élevées derriere; car enfin les terres du Parapet agiront d'autant plus puiſſamment ſur les contreforts pour les retenir, que ces contreforts ſeront plus longs: ainſi plus les revêtemens ſeront élevés, & plus dans ce ſens ils trouveront d'obſtacles à incliner; il n'y a que dans le cas où les terres du Parapet ſeroient éboulées quand on bat en brêche, où il y auroit quelque choſe à craindre, parce que le deſſus des contreforts n'étant plus retenu, le revêtement pourroit culbuter ſi la réſiſtance étoit audeſſous de l'équilibre: quand je dis que cela pourroit arriver ici, ſi les terres du Parapet ceſſoient d'apuyer ſur les contreforts, je veux parler des revêtemens qui ſont fort enterrés & dont l'aſſiégeant eſt un tems à ne battre que le ſommet des ouvrages, ſans pouvoir découvrir le reſte, ainſi on aura toûjours ſujet de rendre les revêtemens plus forts que foibles.

Comme on s'eſt toûjours bien trouvé des revêtemens de 30 à 35 pieds de hauteur, en ne leur donnant que cinq pieds d'épaiſſeur au ſommet, il ſemble que ce que l'on peut faire de mieux pour ſe ſervir en toute ſûreté du Profil general, ſans être obligé de faire tous les calculs que je viens de raporter, c'eſt de donner quatre pieds d'épaiſſeur au ſommet du revêtement de dix pieds, quatre & demi à celui de vingt, cinq à celui de trente, cinq & demi à celui de quarante, & ainſi des autres dont on augmentera toûjours l'épaiſſeur de ſix pouces, à meſure que la hauteur augmentera de dix pieds; & à l'égard des autres dimenſions on les déterminera comme elles ſont marquées dans la Table du Profil general; pour lors tout ſera bien proportionné, & preſque d'accord avec ce que peuvent fournir les régles les plus exactes: il eſt vrai que l'épaiſſeur du ſommet du revêtement de dix pieds ſera un peu plus grande qu'elle ne devroit être; mais ce revêtement en ſoûtiendra plus long-tems l'effet du Canon.

Tout ce que je viens de dire ſert, non-ſeulement à faire voir ce que l'on peut penſer pour & contre le Profil general, mais encore à mettre les gens du métier en état d'examiner les choſes avec préciſion, & par des voyes qui menent à la verité, & dont les principes peuvent ſervir à quantité d'autres ſujets qui auroient raport à celui-ci: ainſi quand même on reſteroit dans l'opinion de ſe ſervir du Profil general tel qu'il eſt ſans y faire aucun changement, cette diſſertation n'en ſeroit pas moins utile; c'eſt pourquoi il n'y a point d'aparence qu'on ſoit en droit de me reprocher d'écrire des cho-

ſes

ſes ſuperfluës, puiſque les Mathématiques ont toûjours cela d'heureux, que s'il leur arrive quelquefois d'être apliquées à des ſujets qui paroiſſent de petite conſéquence, elles s'y rendent au moins néceſſaires par le tour qu'on leur a fait prendre, & c'eſt cette eſpece de ſagacité que je cherche ſur toutes choſes à inſinuer à ceux qui veulent s'inſtruire ſérieuſement, & ſe mettre en état de juger avec des vûës claires & diſtinctes de tout ce qui ſe préſente.

J'ay penſé pluſieurs fois en écrivant ce premier Livre, que des perſonnes, qui n'ont qu'une médiocre connoiſſance de l'Algebre, ſeroient peut-être embarraſſées de ſçavoir pourquoi après avoir fait paſſer tous les termes où ſe trouve l'inconnu, dans le même membre, il falloit ajouter de part & d'autre le quarré de la moitié du coëfficient du ſecond terme, pour faire de ce membre un quarré parfait; & qu'un petit éclairciſſement ſur ce ſujet pouvant leur faire plaiſir, la remarque ſuivante ne ſeroit point inutile pour l'Intelligence des articles 22, 25, 26, &c.

52. *Remarque ſur la réſolution des Problêmes du deuxiéme dégré.*

Si l'on a deux grandeurs liées enſemble par le ſigne + ou — comme $y \pm a$, je dis que le quarré de ces deux grandeurs ſera égal au quarré de la premiere, plus au quarré de la ſeconde, plus ou moins le produit de la premiere par le double de la ſeconde; ce qui eſt bien évident, puiſqu'il vient $yy \pm 2ay + aa$, qui renferme les quarrés de y & de a, & le produit de y & de $2a$.

De même, ſi la ſeconde des deux grandeurs étoit multipliée ou diviſée comme dans cet exemple, $y + 2a$, $y + \frac{3a}{2}$, $y + \frac{5a}{2}$, $y - \frac{ab}{c}$, le quarré donnera toûjours $yy + 4ay + 4aa$, $yy + 3ay + \frac{9aa}{4}$, $yy + 5ay + \frac{25aa}{4}$, $yy - \frac{2aby}{c}$, $+ \frac{aabb}{cc}$, où l'on trouve encore le quarré de la premiere & de la ſeconde grandeur, & le produit de la premiere par le double de la ſeconde; car multipliant $2a$, $\frac{3a}{2}$, $\frac{5a}{2}$, $\frac{ab}{c}$, par deux, il vient $4a$, $3a$, $5a$, $\frac{2ab}{c}$, dont le produit par la premiere grandeur y, donne $4ay$, $3ay$, $5ay$, $\frac{2ab}{c}$.

Puiſque les coëfficiens ſont doubles des racines du ſecond quarré, on peut conclure que toutes les fois que l'on aura le quarré d'un inconnu plus ou moins, cet inconnu multiplié par un coëfficient quel-

Digitized by Google

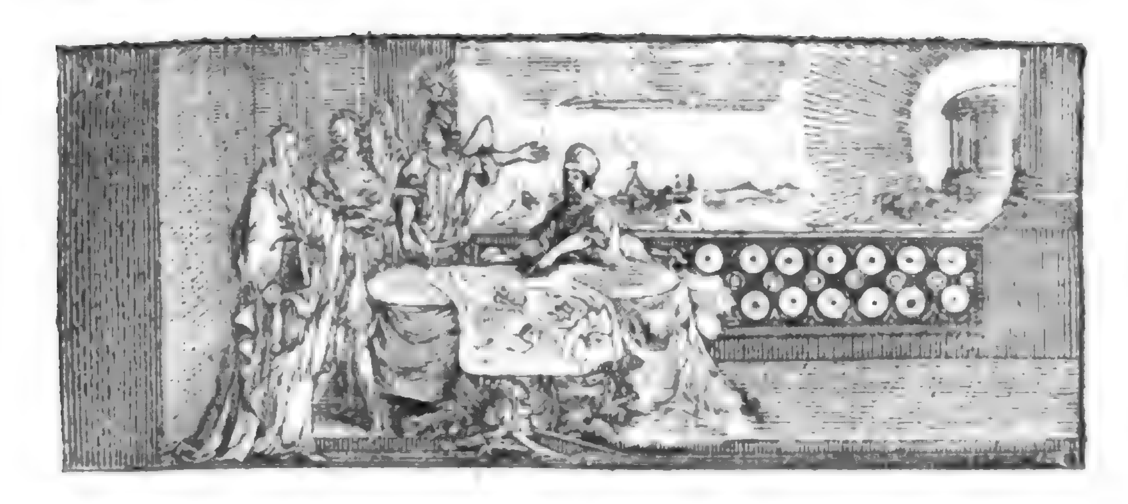
quelconque, on pourra regarder ce coëfficient comme le double de la racine du quarré, qui manque, pour que l'inconnu se trouve compris dans un quarré parfait, & qu'ainsi *on aura toûjours la racine de ce quarré, en prenant la moitié du coëfficient du second terme.*

Quand il arrive que le coëfficient se trouve composé de plusieurs termes, il faut les supposer n'en valoir tous ensemble qu'un seul; par exemple, si l'on avoit $yy + \frac{2ay}{3} - \frac{3bdy}{5c} + 2dy + \frac{bby}{d}$, on supposera $\frac{2a}{3} - \frac{bd}{5c} + 2d + \frac{bb}{d} = n$; & comme en multipliant cette équation par y, l'on a $\frac{2ay}{3} - \frac{3bdy}{5c} + 2dy + \frac{bby}{d} = ny$, on pourra mettre ny, à la place de sa valeur; & au lieu de ce qui précéde on aura $yy + ny$, qu'on pourra changer en quarré, en y ajoûtant le quarré de la moitié du coëfficient, c'est-à-dire le quarré de $\frac{n}{2}$, afin d'avoir $yy + ny + \frac{nn}{4}$; & pour éviter les fractions, on peut encore supposer le coëfficient complexe égal à $2n$, plûtôt qu'à n seul, parce qu'alors ayant $2ny$, au lieu de ny, le quarré sera $yy + 2ny + nn$.

Fin du premier Livre.

LA

Digitized by Google



LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE SECOND.

Qui traite de la Mécanique des Voûtes, pour montrer la maniere de déterminer l'épaisseur de leurs Piés-droits.

SI l'on a bien conçû ce que je viens d'enseigner dans le Livre précédent, l'on conviendra sans doute qu'il y a une méthode de considerer les Sujets qui se raportent à l'Architecture, par laquelle on est sûr de ne pas donner dans le faux, dès qu'on saura se servir heureusement des connoissances acquises par l'étude des Mathématiques; les principes qu'elles nous presentent sont d'une si grande fécondité, qu'il n'y a rien à quoi ils ne soient aplicables, principalement ceux de la Mécanique. C'est vainement qu'on voudra nous persuader que la pratique, abandonnée à elle-même, peut arriver au point de perfection; l'experience prouve souvent le

Digitized by Google

le contraire, & j'en vais faire voir un exemple au ſujet des Voûtes, qui viendra fort à propos, pour faire ſentir combien il eſt de conſequence de ne pas ſuivre ſans examen les principes qui ne ſont autoriſés que par l'uſage ; mais, avant cela, il faut que j'inſinuë de quelle maniere ſe fait la pouſſée des Voûtes, afin d'examiner ſi le ſentiment qu'on en doit avoir peut s'accorder avec les productions de la pratique.

Comme je ſerai obligé d'employer encore l'Algebre en parlant des Voûtes, bien des gens qui ne l'entendent point ſe mettront peut-être de mauvaiſe humeur de ce que, non content d'en avoir rempli tout le premier Livre, je m'en ſers encore dans le ſecond ; mais je les prie de m'excuſer & de lire celui-ci tout de ſuite, afin de profiter des endroits qui ſont faciles à entendre, tels que les Aplications & la plus grande partie des Remarques : en recompenſe, dans le deſſein de leur faire ma cour, ils trouveront dans le quatriéme Chapitre des Méthodes générales pour avoir l'épaiſſeur des Piédroits de toute ſorte de Voûtes par le ſeul calcul des nombres, ſans le mélange d'aucun Caractere Algebrique ; moyennant cette condition, j'eſpere que nous vivrons bien enſemble.

CHAPITRE PREMIER.

Où l'on enſeigne comme ſe fait la pouſſée des Voûtes.

PLANCH. 4. FIG. 1. SI l'on conſidere la Voûte *TAZ*, formée par une quantité de *Vouſſoirs* égaux, l'on ſait que ces Vouſſoirs, quand il s'agit d'une Voûte en plain-ceintre, ont été taillés de maniere que leurs joints prolongés viennent ſe rencontrer au centre du demi cercle ; ainſi ces Vouſſoirs étant plus larges à la tête qu'en bas, doivent être regardés comme des *coins* qui s'apuyent & ſe ſoutiennent les uns les autres, & réſiſtent mutuellement à l'effort de leur péſanteur qui les porte à tomber : car nous ſupoſons ici (pour mieux apercevoir l'effet des Vouſſoirs) qu'ils ne ſont entretenus par aucun ciment, & ont la liberté de gliſſer comme ſi leurs faces étoient polies, nous ſupoſerons encore que les points *O*, *A*, *D*, *F*, &c. marquent les centres de *gravité* des Vouſſoirs, & qu'en commençant par la clef, on a tiré par les points *A*, & *O*, une ligne *AV* perpendiculaire ſur la face *C*; que par les points *A* & *D*, on en a tiré une autre *AP*, ſur la face *B*; par les points *D* & *F*, on en a tiré une autre *DQ*, ſur la face *E*; & qu'on a continué de même, afin d'en avoir

avoir autant que de Voussoirs: cela posé, considerez que la *clef* étant soutenuë par les deux Voussoirs voisins, comme par des plans inclinés, elle fait le même effet qu'un *coin*, qui, étant chassé dans un corps, tend à le partager en deux par un effort qui se fait selon des directions *AB*, & *AC*, perpendiculaires aux deux plans inclinés *BI*, & *CI*; car l'on peut prendre ici la pésanteur du coin pour la puissance qui le chasse *; ainsi les deux puissances qui soûtiendront les faces *BI* & *CI*, en équilibre contre la force du coin, agiront suivant des lignes de direction *AP*, & *AV*, perpendiculaires aux mêmes faces, & comme ces directions viennent se rencontrer au centre de gravité *A*, où l'on peut suposer que la pésanteur du coin est réünie, on peut donc dire que ces puissances auront besoin d'autant plus de force que les angles *PAI*, & *VAI*, seront plus ouverts, ou ce qui revient au même, que les faces *BI*, & *CI*, seront moins inclinées par raport à la verticale *AI*; car si elle l'étoit infiniment peu, c'est-à-dire, presque perpendiculaire à l'horison, les directions des puissances *P* & *V*, se trouvant directement oposées, il leur faudroit une force extrême pour pouvoir soûtenir le point pésant *A*, équivalent au Voussoir, au lieu que plus les angles qu'elles formeront avec la verticale *AI*, seront aigus, & moins elles auront besoin de force; puisqu'alors leurs directions n'étant plus si oposées entr'elles, elles le seront davantage à la pésanteur du poids.

* V. le C. Art. 810.

Ce que nous venons de voir au sujet de la clef, pourra aussi se dire des Voussoirs *D* & *O*; car le Voussoir *D*, par exemple, ayant aussi la figure d'un *coin*, il agira pour écarter les deux faces voisines; mais non pas si puissamment sur la face *E*, que la clef *A*, fait sur la face *B*, à cause que le plan *EI*, étant plus incliné que le Plan *BI*, par raport à la verticale *AI*, l'angle *QDK*, formé par la ligne de direction *DK*, & la ligne de direction *DQ*, de la puissance qui seroit en équilibre avec l'effort que fait le Voussoir *D*, sur la face *E*, est plus aigu que l'angle *PAI*; de même le Voussoir *F*, fera encore moins d'effort contre la face *G*, que le précédent n'en fait contre la face *E*, parce que l'angle *RFL*, est encore plus aigu que l'angle *QDK*. Or comme toutes les puissances qui soûtiendroient les Voussoirs depuis la clef jusqu'aux piés-droits agiront toûjours selon des directions qui feront des angles plus aigus avec les lignes tirées du centre de gravité des Voussoirs, leur force ira donc toûjours en diminuant; & comme ces puissances ont été suposées équivalentes aux efforts que font les Voussoirs, il s'ensuit que ceux-ci poussent avec une force qui va toûjours en diminuant depuis la clef jusqu'aux piés-droits.

Digitized by Google

Cependant, comme le Voussoir *D*, agit en même tems sur les deux faces *E*, & *B*, on voit qu'il ne peut s'apuyer contre la face *B*, sans s'oposer en partie à l'effort que fait la clef contre cette même face, & que par conséquent il doit arriver une destruction de forces entre la clef & le voussoir *D*: de même les deux voussoirs *F* & *D*, agissants aussi dans un sens oposé eu égard à la face *E*, il y aura encore une destruction de forces entre ces deux voussoirs, ainsi des autres suivans pris d'eux deux. Il est bien vrai que comme la clef pousse avec plus de force contre la face *B*, que le voussoir *D*, n'en a pour la repousser, la destruction de forces ne sera point entiere, il en restera toûjours à la clef une certaine quantité, mais qui ne sera pas si grande qu'elle eût été si le voussoir *D*, ne faisoit aucun effet sur la face *B*: de même quoique le voussoir *D*, soit repoussé par l'autre *F*, il restera encore à ce premier une certaine quantité de force; ainsi en général on peut dire qu'un voussoir qui est au-dessus d'un autre, a plus de force pour pousser l'inferieur, que celui-ci n'en a pour le repousser, & comme les voussoirs depuis la clef ju'qu'à la naissance de la voûte, vont toûjours en exerceant une moindre partie de leur pésanteur, sur ceux qui sont immediatement dessous l'effort que chaque voussoir fait pour repousser; celui qui est superieur va toûjours en diminuant à mesure que les plans *EI*, & *GI*, sont moins inclinés à l'horison, parce qu'alors ces Plans portent une plus grande partie du poids, par consequent celle qui tend à glisser fait moins d'effet contre la puissance qui voudroit lui résister, tellement qu'on peut dire que l'effort que tous les voussoirs font de bas en haut, va toûjours en diminuant en venant de la clef vers les piés-droits dans la même raison que l'effort qui se fait du haut en bas.

Comme le résultat de l'effort que les voussoirs font à droit & à gauche de la clef tendra à écarter ce qui leur peut résister, c'est-à-dire les piés-droits, c'est l'effort total de tous ces voussoirs qu'on apelle *poussée*, qui n'agit pourtant pas tout-à-fait comme je viens de l'insinuer, puisqu'il ne paroit pas possible que tous les voussoirs qui composent une Voûte puissent se soûtenir d'eux-mêmes sans être entretenus par du *Ciment* ou *Mortier*; car les voussoirs superieurs ayant plus de force pour pousser les inferieurs, que ceux-ci n'en ont pour les repousser, il est constant que ceux qui auront moins de force seront contrains de s'élever: ce qui laissant la liberté de tomber à ceux qui sont au-dessus, tout l'arrangement des voussoirs se détruiroit, & par conséquent la Voûte même; & ce n'est que dans le cas où tous les voussoirs auroient une poussée égale qu'ils se main-

tien-

Digitized by Google

tiendroient en équilibre sans le secours d'aucune matiere qui les entretiennent; mais pour cela il faudroit augmenter leur pésanteur, en venant de la clef vers les piés-droits, afin que chacun puisse par son poids résister d'autant plus, que le Plan, sur lequel il est apuyé, est moins incliné par raport à celui qui est au-dessus: or puisqu'une Voûte telle que celle qui est representée dans la figure ne pourroit se soutenir sans ciment, ce n'est donc pas les efforts effectifs des voussoirs qu'il faut considérer, mais seulement la tendance qu'ils ont à agir.

Comme il doit y avoir sur la base de chaque pié-droit un point où vient aboutir l'effort qui se fait à droit & à gauche, on remarquera que ces points répondent necessairement aux angles *S* & *X*, qu'on doit regarder comme des *points d'apuy* qui apartiennent à des *léviers*, qui à la vérité ne sont point sensibles aux yeux, mais qui pour cela n'en ont pas moins de réalité, comme on en va juger.

Si la poussée d'une Voûte n'étoit point partagée le long de chaque quart de cercle *AT* & *AZ*, mais qu'elle fut toute réünie à deux points, comme *T* & *Z*; il est constant qu'on auroit de chaque côté *un lévier recourbé TSH*, & *ZXM*, dont les *puissances* seroient apliquées aux extrêmités *T* & *Z*, des bras *ST* & *ZX*, & les poids qui sont équivalens à la résistance des piés-droits aux extrêmités *H* & *M*, des bras *SH* & *XM*; mais comme il y a autant de puissances que de voussoirs, si l'on en excepte les deux *T* & *Z*, qui n'ont point de poussée, il faut donc que chaque puissance ait son lévier particulier, ou que ce lévier soit exprimé par une ligne qui puisse être admise en sa place. Or comme ces lignes ne peuvent être que les perpendiculaires *SP*, *SQ*, *SR* &c. tirées du point d'apui *S*, sur les directions des puissances qui soutiendroient les voussoirs, l'on voit clairement à quoi doit se réduire tout le mécanisme qui régne ici; desorte que pour proportionner l'épaisseur des piés-droits, à la poussée d'une Voûte, il faut savoir trouver l'effort que fait chaque voussoir par raport à sa pésanteur absoluë & les perpendiculaires *SP*, *SQ*, *SR* &c.

On peut tirer plusieurs conséquences de ce que nous venons de dire: la premiere, que dans une Voûte où l'on suposeroit (comme on l'a fait ici,) que les voussoirs ne sont entretenus par aucun ciment, plus leur tête sera petite, & plus la Voûte aura de poussée; car ces voussoirs étant régardés comme des coins, ils auront d'autant plus de force, que leur face prolongée feront un angle plus aigu: d'ailleurs les perpendiculaires *SP*, *SQ*, *SR* &c. qui répondent aux puissances qui soutiennent les premiers voussoirs, devenant plus grandes à mesure que les faces de ces voussoirs seront moins inclinées

nées à la verticale *AI*, la longueur des bras des léviers se trouvera augmentée: ce qui donnera plus d'avantage à la poussée des voussoirs.

La seconde, c'est que plus la Voûte aura d'épaisseur, & plus la poussée sera grande, puisque les voussoirs devenant plus longs & par conséquent plus pésans, ils agiront plus puissamment.

La troisiéme, que plus les piés-droits qui soutiennent une Voûte seront élevés, & plus il leur faudra d'épaisseur pour soutenir la poussée; car comme on ne peut augmenter la hauteur des piés-droits sans que les perpendiculaires *SP*, *SQ* &c. ne deviennent aussi plus grandes, il s'ensuit que les bras des léviers qui répondent aux puissances, ou si l'on veut à l'effort de chaque voussoir, se trouvant augmentés, ils auront tous ensemble plus de force pour renverser les piés-droits.

Quoique ce que je viens de dire soit bien naturel, c'est pourtant à quoi les Architectes qui ont parlé des Voûtes n'ont fait aucune attention; &, afin qu'on puisse en juger, voici comme parle Mr. Blondel dans son Cours d'Architecture, qui est le premier qui m'est tombé sous la main. Il faut (*dit-il*) „ donner des épaisseurs aux pies-„ droits qui soutiennent des Voûtes selon la difference des poussées, „ & c'est ce qui se fait par une régle de pratique en cette maniere.

Fig. 5. 6. & 9. „ Partagez l'arc en trois parties égales, & menant une des cor-„ des par le point de l'imposte, prenez en dehors sur la même, „ continuez une ligne qui lui soit égale, la droite, menée à plomb „ par l'extrêmité de cette ligne, déterminera l'épaisseur du pié-„ droit; comme si divisant l'arc *ACBD*, en trois parties égales aux „ points *CD*, je mene la corde *DB*, passant par le point de l'im-„ poste en *B*, je n'ai qu'à prendre en dehors sur la même droite „ continuée, la partie *BE*, égale à *BD*, & menant les deux perpen-„ diculaires *EG* & *BF*, elles détermineront l'épaisseur du pié-droit „ *BGEF*, qui sera proportionnée à la poussée de l'arc *ACDB*.

L'on voit que dans cette régle il n'est fait aucune mention de l'épaisseur de la Voûte, ni de la hauteur des piés-droits, qui sont pourtant deux circonstances ausquelles il faut avoir égard absolument pour les raisons que j'en ai données plus haut.

PRINCIPE TIRE' DE LA MECANIQUE.

Fig. 2. 2. Il est démontré dans la Mécanique que trois puissances *P*, *Q*, *R*, qui tirent ou poussent au tour d'un point *A*, selon des directions *AP*, *AQ*, *AR*, seront en équilibres entr'elles, si après avoir fait le

le paralellograme *ABCD*, la puiſſance *P*, eſt exprimée par le côté *AB*, la puiſſance *Q*, par le côté *AD*, & la puiſſance *R*, par la diagonale *CA*: ou, ce qui revient au même, ſi chaque puiſſance eſt exprimée par un des côtés du triangle *ABC*, parce qu'à la place de *AD*, l'on pourra prendre *BC*, qui lui eſt égal *; ſupoſant donc qu'on ſoit bien prevenu de cette verité, voici une propoſition fondamentale qu'on en peut tirer. *V. le C. Art. 767.

Ayant trois puiſſances *P*, *Q*, *R*, qui tirent ou pouſſent toutes trois enſemble au tour du point *A*, je dis qu'elles ſeront en équilibres, ſi la force avec laquelle chacune agit eſt exprimée par un des côtés du triangle *EFG*, qui couperoit en angles droits la ligne de direction de chaque puiſſance.

Pour le prouver, remarquez que ſi la ligne *AO*, eſt perpendiculaire ſur le côté *EF*; & la ligne *CT*, ſur le côté *EG* (comme nous le ſupoſons) l'on aura les deux triangles *AOF* & *FTE*, ſemblables, puiſqu'ils ont chacun un angle droit, & l'angle *OFT*, qui leur eſt commun; ainſi l'angle *E*, ſera égal à l'angle *OAE*. Par un ſemblable raiſonnement on verra auſſi que le triangle *FAS* eſt ſemblable au triangle *FTG*, & que de même l'angle *G*, ſera égal à l'angle *FAS*; mais comme ce dernier l'eſt encore à l'angle alterne *BCA*, il s'enſuit donc que le triangle *ABC* eſt ſemblable au triangle *EFG*: ainſi les trois côtés du grand triangle pourront donc être pris à la place de ceux du petit, & par conſequent exprimer le raport de chaque puiſſance dont ils coupent la ligne de direction en angles droits; mais comme nous avons vû que ces trois puiſſances étoient en équilibre, lorſque leur raport étoit exprimé par les côtés du petit triangle *ABC*, l'on peut donc dire qu'elles ſeront encore en équilibre quand leur raport ſera exprimé par les côtés du triangle *EFG*. *C. Q. F. D.*

COROLLAIRE PREMIER.

3. Il ſuit que quand on aura trois puiſſances *P*, *Q*, *R*, qui tirent ou pouſſent au tour du point *H*, ſi elles ſont en équilibre, on connoîtra toûjours le raport que ces puiſſances ont entr'elles, puiſqu'on n'aura qu'à couper chaque ligne de direction en angles droits par une ligne tirée à telle diſtance que l'on voudra du point *H*; car ces trois lignes venant à ſe rencontrer, donneront les côtés du triangle *IKL*, qui exprimeront le raport des puiſſances; c'eſt-à-dire, que ſi l'on ſupoſe que la puiſſance *P*, ſoit exprimée par *IK*, la puiſſance *Q*, le ſera par *KL*, & la puiſſance *R*, par *IL*. FIG. 3.

Co-

Corollaire Second.

Fig. 4. 4. Il ſuit encore que connoiſſant les trois côtés du triangle *IKL*, avec une des trois puiſſances, on pourra connoître les deux autres puiſſances; car ſi (par exemple) l'on a la puiſſance *P*, & qu'on veüille connoître la ſeconde *Q*, on n'aura qu'à dire comme le côté *KI*, eſt au côté *KL*, ainſi la puiſſance *P*, eſt à la puiſſance *Q*, que l'on trouvera par la régle de proportion auſſi-bien que la troiſiéme puiſſance *R*.

Corollaire Troisie'me.

5. Dans les triangles les ſinus des angles étant dans la même raiſon que leurs côtés opoſés, on peut ajoûter encore que ſi l'on avoit un triangle *IKL*, dont les trois côtés fuſſent en même raiſon que les puiſſances *PQR*, ſi on ne connoiſſoit pas ces côtés, il ſuffiroit de connoître la valeur des angles qui leur ſont opoſés, parce que les ſinus de ces angles pouvant être pris pour les côtés mêmes, ils exprimeront plus exactement le raport en nombre, & par conſéquent les puiſſances, deſorte que ſi on connoiſſoit la valeur de la puiſſance *Q*, & les trois angles *I*, *K*, *L*, on trouvera les deux autres puiſſances *P* & *R*, en ſe ſervant des Tables de Sinus.

Corollaire Quatrie'me.

6. Il ſuit enfin que ſi on a trois puiſſances, dont deux priſes enſemble ſoient plus grandes que la troiſiéme, connoiſſant le raport de ces trois puiſſances, on pourra déterminer ſelon quelle direction chaque puiſſance doit tirer ou pouſſer, pour qu'agiſſant toutes enſemble autour d'un point, elles ſoient en équilibre, puiſque pour cela il ne faut que ſe donner trois lignes qui ayent entre elles le même raport que les trois puiſſances en queſtion, enſuite faire un triangle de ces trois lignes; après quoi ſi d'un point quelconque pris dans la ſuperficie du triangle, l'on abbaiſſe des perpendiculaires ſur les côtés, elles détermineront les directions, ou, ce qui eſt la même choſe, les angles que les puiſſances doivent former entr'elles.

Remarque premiere.

7. Il n'eſt pas neceſſaire que les trois puiſſances *P*, *Q*, *R*, tirent ou pouſſent toutes trois enſemble le point *H*, pour être en équilibre,

équilibre, il peut y en avoir deux qui tirent, & une autre qui le pouſſe en ſens contraire.

Remarque ſeconde.

8. On prendra garde auſſi que ce n'eſt pas une neceſſité que les trois côtés du triangle, qui déterminent le raport des puiſſances, ſoient coupés par les lignes de directions de ces puiſſances, ni que le point où ces puiſſances concourent ſoit renfermé dans ce triangle, puiſqu'il ſuffit que les côtés prolongés du triangle ſoient coupés en angles droits; par exemple, ſi les côtés du triangle *MKN*, ſont diſpoſés de façon que quelqu'un d'eux, comme *KM* & *KN*, étant prolongés vers *I* & vers *L*, coupent les directions *HP* & *HQ*, à angles droits & que la direction *HR*, prolongée vers *O*, aille couper le côté *MN*, auſſi à angles droits, je dis que les côtés du triangle *MKN*, détermineront encore le rapport des puiſſances, quoique le point *H* ne ſoit point dans ce triangle; car les choſes étant telles que nous le ſupoſons, les lignes *MN* & *IL* ſeront paralelles, puiſqu'elles ſont toutes deux coupées à angles droits par la ligne *OR*: par conſequent le triangle *MKN* ſera ſemblable à *IKL*; or ſi les côtés de ce dernier expriment le raport des trois puiſſances *PQR*, comme nous l'avons fait voir ci-devant, ceux de l'autre *MKN*, exprimeront auſſi le même raport; ainſi le petit triangle pourra tenir lieu du grand.

Remarque troiſiéme.

9. Si l'on avoit un corps *F*, poſé ſur un Plan incliné *BC*, il eſt conſtant que (telle que ſoit la figure de ce corps) il ne ſe maintiendra point en repos à moins qu'une puiſſance *Q*, ne le ſoûtienne; or ſi l'on vouloit ſavoir quel eſt le raport de la puiſſance au poids dans la ſituation où ſe trouve cette puiſſance, il faut conſiderer d'abord qu'au lieu d'une puiſſance, nous en pouvons concevoir trois. La premiere ſera la péſanteur abſoluë du corps, qui tend au centre de la Terre ſelon une direction *FG*, qui, paſſant dans ſon centre de gravité, eſt perpendiculaire à l'horiſon. La ſeconde ſera l'effort que ce corps fait ſur le Plan ſi l'on prolonge la ligne *FD* juſqu'en *R*, on peut concevoir la ligne *DR* comme la direction d'une puiſſance qui pouſſe de *P* en *D*, pour faire équilibre à l'effort que ſoûtient le Plan incliné. La troiſiéme ſera la puiſſance *Q*, qui empêche le corps de tomber. Cela poſé, ſi l'on prolonge la ligne de direction *GF* du poids juſqu'en *O*, & qu'on la coupe à FIG. 4.

angles droits par ligne *HI*; & de même la direction *EQ*, par la ligne *IK*, on aura le triangle *HIK*, dont le côté *HK* exprimera la puissance *P*, puisqu'il coupe à angles droits la ligne de direction *RF*; le côté *HI* exprimera la pésanteur absolue du poids *F*; & le côté *IK*, la puissance *Q*, dans le cas où le tout seroit en équilibre; par conséquent on peut dire que la pésanteur absolue du poids *F*, est à la puissance *Q*, comme le côté *HI*, est au côté *IK*: d'autre part la pésanteur absolue du poids est à la puissance *Q*, & à l'effort que soûtient le plan incliné, ou la puissance *P*, comme *HI* est à *HK*; ainsi quand on connoîtra la pésanteur du poids *F*, & le sinus des angles du triangle *HIK*, on pourra donc connoître l'effort que font les deux puissances *P* & *Q*.

Il faut s'apliquer à bien entendre cette derniere Remarque rélativement à ce qui a été dit dans les articles qui précédent, parce qu'elle contribuëra beaucoup à faciliter l'intelligence de ce que nous avons à enseigner par la suite; c'est ainsi que l'esprit préparé à ce qu'on a dessein de lui insinuer, les choses qui lui paroissoient les plus compliquées, lui deviennent sensibles dès qu'il apperçoit quelque jour où il peut se reconnoître.

CHAPITRE SECOND.

De la maniere de calculer l'épaisseur de piés-droits des Voûtes en plain ceintre, pour être en équilibre par leur résistance avec la poussée qu'ils ont à soûtenir.

10. LA necessité de se servir de mortier dans la construction de la maçonnerie, & principalement dans celle des Voûtes, pour lier les Pierres, fait qu'on peut se dispenser de calculer la poussée de tous les voussoirs, chacun en particulier; il suffit d'en considerer une certaine quantité, comme ne faisant ensemble qu'un seul voussoir, afin d'éviter l'extrême longueur des calculs qu'on seroit obligé de faire, si l'on en usoit autrement; car les sujets qui se raportent à la pratique doivent être considerés relativement à ce qu'ils sont dans l'execution, & non pas tout-à-fait comme l'imagination nous les represente: par exemple, l'on remarque que quand les piés-droits d'une Voûte sont trop foibles pour en soûtenir la poussée, la Voûte se fend vers le milieu *des reins*; c'est-à-dire entre *l'imposte* &

Digitized by Google

& la *clef*; ainsi ayant une Voûte en plain ceintre *BDI*, dont chaque quart de cercle *BD* & *DI*, soit divisé en deux également au point *C* & *H*, l'experience montre que c'est toûjours aux endroits *FC* & *H* &c. que la Voûte se desunit quand sa poussée est au-dessus de la résistance des piés-droits. Or, puisque le plus foible d'une Voûte est vers le milieu des reins, il est donc naturel de suposer que c'est-là où se fait toute l'action de la poussée, & de considerer les deux parties de la Voûte *CG* & *CE*, (que nous nommerons *voussoirs*) comme ne composant qu'une seule pierre, chacune en particulier, dont l'une *CE* est parfaitement liée avec son pié-droit *BP*, & l'autre *CG* agit comme un coin qui seroit introduit entre les deux plans *FA* & *GA* pour les séparer; ou bien l'on pourra prendre toute la partie superieure *CGH* de la Voûte, qui tend à séparer comme un coin les deux Plans *AF* & *A* &c. & dans ce sens, ce sera cette partie qui causera toute la poussée; la moitié *CG* agira pour écarter le corps *PFCS*, (composé du pié-droit *PB* & du voussoir *EC*, comme je l'ai insinué d'abord) & alors il suffira pour calculer cette poussée de n'avoir égard qu'à la moitié de la Voûte depuis le point d'apui *P*, jusqu'au sommet *DG*, puisque l'on concevra la même chose pour l'autre moitié. Fig. 7.

Considérant le voussoir supérieur *FD*, comme n'ayant aucune liaison avec le reste de la maçonnerie, la poussée qui se fera à l'égard du point d'apui *P*, sera la plus grande qu'il est possible; puisque dans une Voûte il n'arrive jamais que les voussoirs agissent aussi puissamment qu'ils feroient si leurs joints étoient extrêmement polis, sans trouver d'obstacle de la part du mortier ni du frotement: par conséquent si l'on cherche à proportionner la résistance du pié-droit *PB* à cette plus grande poussée, on donnera à la puissance *résistante* une force un peu au-dessus de celle qu'il lui faudroit effectivement pour soûtenir l'effort du voussoir *FD*, dans le cas où il seroit lié avec le reste de la Voûte; ainsi cette suposition ne pouvant que contribuer à la fermeté des piés-droits, il s'ensuit que considérer ici les choses dans la rigueur de la Théorie, c'est leur donner tout l'avantage qu'on peut désirer dans la pratique.

Cela posé, si l'on éleve une perpendiculaire *LO* sur le milieu du joint *FC*, cette perpendiculaire exprimera la direction de la puissance qui soûtiendroit l'effort que fait le voussoir *FD*, sur le plan incliné *FA**; de même si sur le milieu du joint *GD* on éleve une autre perpendiculaire *HW*, elle exprimera aussi la direction de la puissance qui soûtiendroit l'effort que feroit le voussoir contre le Plan vertical *GA*: enfin si du point *X*, (que je supose le centre de

* Art. 1.

de gravité du voussoir) on abaisse une perpendiculaire *XT* à l'horison, elle exprimera la direction, suivant laquelle ce voussoir tend au centre de la Terre *, par conséquent nous avons ici trois puissances, qui dans l'état d'équilibre seront exprimées par les trois côtés du triangle rectangle *ALK* *, car le côté *LK*, étant perpendiculaire sur la direction *XT* exprimera la pésanteur absoluë du voussoir *FD*; de même le côté *LA* étant perpendiculaire sur la direction *LO* de la puissance *O*, il exprimera la force de cette puissance pour soûtenir la poussée qui se fait sur le joint *FC*; enfin la direction *HW* de la puissance *W*, étant perpendiculaire sur la ligne *GA*, le côté *KA* exprimera l'effort de cette puissance; mais comme elle n'entre point ici dans le calcul, nous en ferons abstraction à l'avenir, pour ne considérer que la seule puissance *O*, dont le bras de lévier sera exprimé par la perpendiculaire *PO*, tirée du point d'apui *P* sur la direction *LO*: prévenu de tout ceci, je ne crois pas qu'on rencontre aucune difficulté à bien entendre les propositions qui vont faire l'objet de ce Chapitre.

* Art. 9.

* Art. 2. & 3.

PROPOSITION PREMIERE.

Problême.

Trouver l'épaisseur qu'il faut donner aux piés-droits des Voûtes en plain ceintre, pour être en équilibre par leur résistance avec la poussée qu'ils ont à soûtenir.

Fig. 7.

11. Ayant mené par le point *L* milieu de *FC*, la ligne *MK* paralelle à *ZA*, & prolongé *PZ* jusqu'en *M*, & abaissé la perpendiculaire *LV* sur *AB*, nous nommerons *LK*, ou *KA*, a; *LA*, b; *BV*, c; *ZP*, d; *ZB* ou *PS*, y; ainsi *ML* ou *MN*, sera $y+c$, & *MP* sera $a+d$, par conséquent *NP* sera $a+d-c-y$; & si l'on supose $a+d-c=f$, l'on aura $f-y$, pour la valeur de *NP*: la superficie de chaque voussoir *CG* & *CE*, sera nommée m; enfin si du centre de gravité *Q*, du voussoir *CE*, l'on abaisse la perpendiculaire *QR*, sur la base *PS*, *RS* sera nommé g; par consequent *PR* sera $y-g$.

Cela posé, la premiere chose qu'il faut chercher est l'expression du bras de lévier *PO*; pour cela considerés que les triangles *LKA* & *NOP*, sont semblables, puisqu'ils sont rectangles & izocelles, & que par conséquent *LA* (b). *LK* (a) : : *NP* $(f-y.)$ *PO* $\frac{(af-ay)}{b}$.

D'un autre côté remarquez que la pésanteur absolue du voussoir *ED* est

eſt à l'effort que ſoûtient le joint FC, ou la puiſſance O, comme LK eſt à LA *, ou bien, $ab::nn.\frac{bnn}{a}$: ainſi multipliant $\frac{bnn}{a}$ (qui eſt l'expreſſion de la puiſſance O) par ſon bras de lévier PO, l'on aura $nnf - nny$ pour la pouſſée de la Voûte par raport au point d'apui P; & comme nous voulons mettre cette pouſſée en équilibre avec la réſiſtance du pié-droit joint au vouſſoir EC, il faut multiplier la ſuperficie du rectangle PB qui eſt dy, par le bras de lévier PT $\left(\frac{y}{2}\right)$ moitié de PS pour avoir $\frac{dyy}{2}$; & comme nous avons encore le vouſſoir EC, dont la ligne de direction QR, tirée du centre de gravité perpendiculaire ſur PS marque que PR $(y-g)$ eſt le bras de lévier qui répond à l'action de ce vouſſoir, il faut donc multiplier nn par $y-g$ pour avoir $nny-nng$, qui étant ajoûté avec $\frac{dyy}{2}$, donnera une expreſſion égale à la puiſſance réſiſtante; par conſéquent l'on a cette équation $nnf - nny = \frac{dyy}{2} + nny - nng$, d'où faiſant paſſer du premier membre dans le ſecond, le terme où ſe trouvera l'inconnu, & du ſecond dans le premier, le terme où l'inconnu ne ſe trouve point, l'on aura après avoir multiplié par 2 & diviſé par d, $\frac{2nnf+2nng}{d} = yy + \frac{4nny}{d}$, qui eſt une équation dont il ſera aiſé d'avoir la valeur de l'inconnu, en ajoûtant à chaque membre le quarré de la moitié du coëficient du ſecond terme, afin de rendre le ſecond membre un quarré parfait; & alors il viendra $\frac{2nnf+2nng}{d} + \frac{4n4}{dd} = yy + \frac{4nny}{d} + \frac{4n4}{dd}$, dont extrayant la racine quarrée & dégageant l'inconnu, il vient $\sqrt{\frac{2nnf+2nng}{d} + \frac{4n4}{dd}} - \frac{2nn}{d} = y$.

* Art. 4.

APLICATION.

Quand on eſt une fois parvenu à trouver une expreſſion qui donne la valeur de l'inconnu, il n'y a plus qu'à faire par les nombres ce que la derniere équation nous a indiqué; cependant comme les calculs, tout aiſés qu'ils ſont, pourroient embarraſſer ceux qui n'en ont point l'habitude, je vais, comme dans le Livre précédent, en détailler les opérations.

Nous ſupoſerons que le rayon AB eſt de 12 pieds; que le rayon AE eſt

Digitized by Google

AE eſt de 15; par conſéquent la Voûte en aura 3 d'épaiſſeur: ainſi *AL* (b) ſera de 13 pieds 6 pouces, *LK* ou *KA* (a) de 9 pieds 10 pouces, & *BV* (c) ſera de 2 pieds 2 pouces; nous ſupoſerons auſſi que *ZP* (d) ou la hauteur des piés-droits eſt de 15 pieds, & que *RS* (g) eſt d'un pied; & ſelon toutes ces ſupoſitions $a+d-c=f$ ſera de 22 pieds 2 pouces: de ſorte que $f+g$ ſera 23 pieds 2 pouces; or comme il ne nous reſte plus que de connoître nn, il n'y a qu'à chercher la ſuperficie des deux cercles qui auroient pour rayons *AC* & *AF*; c'eſt-à-dire, 12 & 15 pieds, ôter la plus petite de la plus grande, & prendre la huitiéme partie de la différence qu'on trouvera d'environ 32 pieds, qui ſera la valeur de nn; c'eſt-à-dire, de chaque vouſſoir *CG* ou *CE*. Preſentement que l'on connoît la valeur de toutes les lettres, il ne s'agit plus que de faire les mêmes opérations que celles qui ſont indiquées dans l'équation $\sqrt{\frac{2nnf+2nng}{d}+\frac{4nn4}{dd}}-\frac{2nn}{d}=y$, dans laquelle je remarque que $f+g$ eſt multiplié par $2nn$. Or comme $f+g$ vaut 23 pieds 2 pouces, & nn, 23 pieds dont le double eſt 64, je multiplie donc 64 par 23 pieds 2 pouces, & je diviſe le produit par la valeur de d, qui eſt 15, & le quotient donne 98 pieds 10 pouces: enſuite je remarque que le troiſiéme terme de mon équation eſt le quarré de $\frac{2nn}{d}$; c'eſt-à-dire, de 64 diviſé par 15, qui donne 18, qui étant ajoûté avec 98 pieds 10 pouces, l'on aura 116 pieds 10 pouces, dont il faut extraire la racine quarrée que l'on trouvera de 10 pieds 9 pouces 7 lignes; mais comme l'on voit dans l'équation qu'il faut ôter de cette racine $\frac{2nn}{d}$, il faudra donc ſouſtraire ſa valeur, c'eſt-à-dire, 4 pieds 3 pouces de 10 pieds 9 pouces 7 lignes, & la différence qui eſt 6 pieds 6 pouces 7 lignes, ſera la valeur de y; c'eſt-à-dire, l'épaiſſeur *PS* qu'il faudra donner aux piés-droits de la Voûte dont il s'agit pour être en équilibre avec la pouſſée.

On prendra garde que l'épaiſſeur que l'on vient de trouver n'eſt pas celle que je prétend qu'il faut donner au pié-droit d'une Voûte qui auroit les mêmes dimenſions que celle qu'on a ſupoſée ici, puiſqu'après avoir trouvé le point d'équilibre, il faut, comme on l'a dit pluſieurs fois dans le Livre précédent, mettre toûjours la puiſſance réſiſtante au-deſſus de la pouſſée, afin d'agir en toute ſeureté, ce qui ſe fera en donnant au pié-droit 5 ou 6 pouces d'épaiſſeur de plus que n'en demande le calcul, ou bien en ajoûtant des contreforts comme nous en ferons mention ailleurs.

Remar-

Remarque premiere.

12. Quand on a trouvé une expression Algebrique qui marque la poussée d'une Voûte, il est facile de résoudre plusieurs cas qu'on peut proposer au sujet des Bâtimens dans lesquels on doit faire des Voûtes: en voici un autre qui se rencontre fort souvent. FIG. 8.

On a dessein de faire une Voûte *ELM* élévée sur des piés-droits *EA* & *MN*, & l'on veut faire au-dessus de la Voûte un Bâtiment, soit pour la couvrir contre les injures du tems, ou pour y pratiquer quelque logement, ainsi qu'on le fait au-dessus du passage des Portes des Villes; pour cela on sera obligé d'élever à droit & à gauche deux pignons *IG* & *OP* sur les piés-droits, qui, étant chargés de ces deux nouveaux corps de Maçonnerie, n'auront pas besoin de tant d'épaisseur que s'ils n'avoient que leur hauteur naturelle; on demande donc (étant prévenu de la hauteur *IF* & de l'épaisseur *IK*, que doivent avoir les murs qu'on veut élever en même tems que les piés-droits) qu'elle doit être l'épaisseur *AB*, pour que le tout soit en équilibre?

Nous suposerons pour plus de facilité, que le mur *IG* sera élevé sur le milieu du pié-droit; ensorte que les centres de gravité *H* & *Q* des deux murs *IG* & *DB* soient dans la même ligne *HC* qui tombe sur le mileu de *AB*, & que la Voûte dont il est question a les mêmes dimensions que cy-devant, & nommées par les mêmes Lettres: cela posé, il est certain que si on ne faisoit pas mention comme dans la figure précédente du mur *IG*, la résistance du pié-droit seroit exprimée par $\frac{dyy}{2} + nny - nng$; mais comme il faut y ajoûter le poids de ce mur, multiplié par le bras de lévier *AC*, si on nomme *IF*, b; & *IK*, r; l'on aura donc $\frac{dyy}{2} + nny + \frac{bry}{2} - nng$ pour la résistance d'un pié-droit de la Voûte qui devant être en équilibre avec la poussée, par conséquent cette équation $\frac{ddy}{2} + nny + \frac{bry}{2} - nng = nnf - nny$, qui ne differe de celle que nous avons vûe ci-devant que du seul terme $\frac{bry}{2}$; c'est pourquoi faisant les mêmes choses qu'on a déja faites pour dégager l'inconnu, & pour en avoir la valeur en nombre, l'on trouvera en déterminant les dimensions b & r; combien il faudra donner de moins à l'épaisseur des piés-droits que dans le cas précédent.

Remar-

Digitized by Google

Remarque seconde.

13. Nous venons de supofer que l'*extradose* de la Voûte, sur laquelle nous avons operé, étoit circulaire, parce qu'il s'en rencontre qui ont cette figure; mais comme dans les Places de Guerre les Voûtes des souterrains & celles des Magasins à poudre ont toûjours leurs extradoses terminés en *dos d'âne*, pour l'écoulement des eaux de pluye, & pour qu'elles résistent mieux en tems de Siége au choc des bombes, il est bon de nous arrêter ici un moment pour faire voir qu'on trouvera l'épaisseur des piés-droits de ces sortes de Voûtes de la même maniere que dans le Probléme précédent.

FIG. 10.

Prenant pour exemple le Profil d'un Magasin à Poudre, il faut être prévenu que pour mettre ces sortes d'édifices à l'épreuve de la Bombe, on donne ordinairement à la Voûte 3 pieds d'épaisseur au milieu des reins; c'est-à-dire, qu'ayant divisé le quart de cercle *BD*, en deux également au point *C*, on prolonge le rayon *AC*, jusqu'en *F*, ensorte que *CF*, soit de 3 pieds: & afin de bien diriger les pantes *GH*, & *GI*, on les fait perpendiculaires sur le rayon *AF*, & alors elles forment un angle droit *HGI*, au sommet, qui est l'angle qui convient le mieux pour ne point rendre le Magasin trop élevé ni trop écrasé.

Cela posé, si l'on supose le rayon *AB*, de 12 pieds; la ligne *AF*, de 15; & la hauteur du pié-droit *ZP* aussi de 15, nous aurons les mêmes lignes que ci-devant, & chacune sera exprimée par les mêmes lettres & les mêmes nombres, & il n'y aura que les deux parties égales *CFGD* & *CFHB* de la Voûte qui seront differentes, étant beaucoup plus considérables: ce qui changera la valeur de nn.

Les triangles *LKA* & *NOP*, étant ~~ensemble~~ semblables, l'on aura *LA* (b) *LK* (a) : : *NP* ($f-y$). *PO* $\left(\frac{af-ay}{b}\right)$ & comme la partie *CFGD* de la Voûte agit toûjours sur le joint *FC* ou sur la puissance *O*, dont la direction *OL* est perpendiculaire sur le milieu du joint *FC*, l'expression de cette puissance sera encore $\frac{nnb}{a}$, laquelle étant multipliée par son bras de lévier *PO*, il vient $nnf-nny$ pour la poussée de la Voûte par raport au point d'apui *P*.

D'un autre côté la résistance du pié-droit sera le produit de sa superficie par la moitié de la base *PS*, qui donne $\frac{dyy}{2}$, à quoi ajoûtant le produit de la superficie de la partie *CFHB* par son bras de lévier *PR* ($y-g$) l'on aura $\frac{dyy}{2}+nny-nng$ pour l'expression de la puissance

puissance résistante ; par conséquent cette équation $nnf - nny = \frac{dyy}{2} + nny - nng$, qui étant la même que celle qu'on a trouvée dans la proposition précédente, se réduira à $\frac{\sqrt{2nnf + 2nng}}{d} + \frac{4n^4}{dd} - \frac{2nn}{d} = y$, qui donnera la valeur de l'inconnu en suivant ce qui a été enseigné dans l'aplication.

On remarquera, comme je l'ai déja dit, qu'il faudra chercher une nouvelle valeur de nn, ce qui est bien aisé ; car comme l'on connoît les côtés *AF* & *FG*, du triangle rectangle *FGA*, aussi-bien que le rayon *AC*, on n'aura qu'à retrancher le secteur *ACD*, du triangle, la difference sera la valeur de la partie *CFGD*, ou de nn, que l'on trouvera de 56 pieds.

On prendra garde aussi que la partie *FHBC*, de la Voûte qui est une avec le pié-droit étant d'une figure différente que dans le Probléme précédent, le centre de gravité *Q*, ne sera point dans la même position par raport à la base *PS*, puisque la ligne *RS*, sera nécessairement plus grande que dans la figure 7. ce qui fait que la valeur de g, ne peut être d'un pied comme nous l'avons suposé cidevant ; aussi l'ai-je estimé de 18 pouces : or si l'on a égard à tout ce que je viens de dire, on trouvera en faisant le calcul numerique que l'épaisseur *PS*, des piés-droits doit être de 7 pied 8 pouces 6 lignes dans l'état d'équilibre.

Remarque troisiéme.

14. Mais si l'on avoit une Voûte *BDH*, dont le dessus fut terminé par un Plan horizontal *QX*, il est constant que prolongeant les rayons *AC* & *AY*, (qui divisent les quarts de cercles *DB* & *DH*, en deux également jusqu'à la rencontre de la ligne *QX*) la partie superieure *CWIYD*, de la Voûte exercera toute la poussée que doivent soûtenir les piés-droits : or voulant savoir l'épaisseur qu'il faut leur donner, je prolonge *SB* jusqu'en *R*, & considere le rectangle *PQRS*, comme le pié-droit qui répond au voussoir *OWGD* ; mais, dira-t'on, ce voussoir anticipe sur le pié-droit de tout le triangle *FWR*, par conséquent le pié-droit a plus de superficie qu'il ne devroit avoir : cela est vrai ; mais aussi je compte de faire abstraction du triangle mixte *BFC*, qui apartient naturellement au piédroit, afin d'éviter les petites circonstances qui pourroient rendre le Probléme embarrassant : ainsi pour le ramener à la proposition pré- FIG. 11.

cé-

cédente, je prends la partie *CF* égale à *DG*, & j'éléve sur son milieu *L* la perpendiculaire *LO*, pour marquer la direction de la puissance *O*, & je tire les lignes *MK* & *LV* comme ci-devant, & les nomme aussi-bien que les autres par les mêmes lettres dont on s'est déja servi, excepté *MP* que nous nommerons *f*: cela posé, remarquez que les triangles semblables *LKA* & *PON* donne *LA* (b). *LK* (a) : : *PN* ($f-c-y$). *PO* ($\frac{af-ac-ay}{b}$), & que la pésanteur absoluë du voussoir *CWGD* (nn) est encore à la poussée, ou si l'on veut à l'effort de la puissance *O*, comme *LK* (a) est à *LA* (b); ce qui donne toûjours $\frac{nnb}{a}$ pour l'expression de cette puissance, qui étant multipliée par son bras de lévier *PO*, l'on aura $fnn-cnn-ynn$, pour le produit qui doit être égal dans l'état d'équilibre à la pésanteur du pié-droit *PQRS*, multiplié par son bras de lévier *PT*; ainsi ayant nommé *QP*, d; & *PS*, y; l'on aura $\frac{dyy}{2}$ pour la résistance du pié-droit, par conséquent cette équation $fnn-cnn-ynn=\frac{dyy}{2}$, qui étant multiplié par 2, & divisé par d, donne $2fnn-2cnn=yy+\frac{2nny}{d}$, de laquelle dégageant l'inconnu, il vient $\sqrt{\frac{2fnn-2cnn}{d}+\frac{n^4}{dd}}-\frac{nn}{d}=y$.

Si l'on supose présentement le rayon *AB* de 12 pieds; *GD*, de 3; *BS*, de 15; *QP* (d) sera de 30; *LK* ou *LV* (a) sera de 9 pieds 10 pouces; *MP* (f) de 24 pieds 10 pouces; *BV* (c) de 2 pieds 2 pouces; & nn sera de 56 piéds: or si l'on fait toutes les opérations qui sont indiquées dans la derniere équation, l'on trouvera que l'épaisseur *PS* du pié-droit, c'est-à-dire y, doit être de 7 pieds 6 pouces, pour être en équilibre avec la poussée de la Voûte.

15. Je suis bien-aise de faire observer ici en passant, que toutes les fois que nous avons multiplié l'expression de la puissance *O*, c'est-à-dire $\frac{nnb}{a}$ par son bras de lévier *PO* ($\frac{af)-ac-ay}{b}$) les lettres a & b, se sont évanouïes, n'étant resté pour le produit que $fnn-cnn-ynn$, qui n'est autre chose que celui de $f-c-y$ par nn; or comme $f-c-y$, est l'expression de l'hipotenuse *NP* du triangle rectangle *PON*, & nn la superficie du voussoir *CWGD*, l'on peut donc tirer cette conséquence qui est que „ toutes les fois que „ le triangle *LKA* sera semblable au triangle *PON*, on n'aura qu'à „ multiplier l'expression de la pésanteur absoluë du voussoir par celle „ de

Digitized by Google

„ de l'hipotenuſe *NP*; pour avoir la pouſſée de la Voûte par raport „ au point d'apui *P*, *ſans être obligé de faire aucune analogie; c'eſt ce que nous ſuivrons à l'avenir pour abreger les opérations; mais* „ l'on „ fera attention que ceci n'a lieu que quand il eſt queſtion d'une „ Voûte en plein ceintre.

Remarque quatriéme.

16. L'on remarquera encore, que (ſi l'on vouloit conſtruire un édifice où l'on ſeroit obligé de faire pluſieurs Voûtes les unes ſur les autres ſoûtenuës par les mêmes piés-droits) il n'y auroit pas plus de difficulté à trouver l'épaiſſeur de ſes piés-droits, que l'on n'en a eu dans les cas précédens; il arrivera ſeulement que les calculs ſeront un peu plus composés, comme on en va juger. PLANCH. 3. FIG. 2.

Si l'on conſidere le profil répréſenté par la Figure 2. l'on verra qu'on y ſupoſe deux étages: le premier, qui eſt couvert par deux Voûtes de même grandeur, pourra être pris ſi l'on veut pour un ſoûterain, au-deſſus duquel eſt un magaſin qui compoſe le ſecond étage; & comme ce magaſin eſt couvert par une Voûte qui eſt ſoûtenuë par les mêmes piés-droits que celle du ſoûterrain, la pouſſée des deux Voûtes répondra au même point d'apui *P*; par conſéquent ſi on diviſe les quarts de cercles *BD* & *WQ* en deux également, & qu'on éleve aux points *L* & *X*, les perpendiculaires *LO* & *XE*, elles répréſenteront comme à l'ordinaire la direction des puiſſances qui ſoûtiendroient en équilibre la pouſſée des vouſſoirs *LG* & *XQ*; par conſéquent, ſi du point d'apui *P* l'on abaiſſe ſur ces directions les perpendiculaires *PO* & *PE*, l'on aura d'une part le triangle *LKA* ſemblable à *PON*, & de l'autre le triangle *XIS* ſemblable à *PEH*; or pour avoir la pouſſée des deux vouſſoirs *LG* & *XQ*, on n'aura qu'à multiplier la ſuperficie du premier *LG* par l'hipotenuſe *NP* du triangle rectangle *PON*, & celle du ſecond *XQ* par l'hipotenuſe *PH* du triangle *PEH*, & ajoûter ces deux produits enſemble; ainſi nommant *LV* ou *MZ*, a; *BV*, c; *ZP*, d; *MP* ſera $a + d$; & *ZB* étant toûjours y, *ML* * ou *MN* ſera $y + c$; par conſéquent *NP* ſera $a + d - c - y$; & ſi l'on ſupoſe pour abreger $a + d - c = f$, *NP* ſera $f - y$ qui étant multiplié par nn ſuperficie du vouſſoir *LG*, l'on aura $nnf - nny$ pour le premier produit (c'eſt-à-dire) pour l'expreſſion de la pouſſée de la Voûte ſuperieure, de même ſi on nomme *WT* b; & *RP*: h; *RX* ou *RH* ſera $y + b$, par conſéquent *HP* ſera $h - b - y$, Et ſupoſant encore pour abreger $h - b = p$ *HP* ſera $p - y$ qui étant multiplié par la ſuperficie du vouſſoir *XQ* que nous nommerons qq, l'on aura $pqq - qqy$ pour le ſecond produit, ou ſi l'on veut

* Art. 15.

veut pour la pouſſée de la Voûte inferieure, qui étant ajoûtée avec celle de la ſuperieure, il viendra $nnf - nny + pqq - qqy$ pour la pouſſée que ſoûtient le pié-droit PB: & comme la réſiſtance du pié-droit jointe au vouſſoir ZLB, eſt exprimée comme ci-devant par $\frac{ddy}{2} - nny - nng$ (car nous faiſons abſtraction de la partie XW de la Voûte du ſouterrain, parce que cette partie ſe trouve preſque entierement enclavée dans le pié-droit) l'on aura donc cette équation $nnf - nny + pqq - qqy = \frac{dyy}{2} + nny - nng$; d'où faiſant paſſer dans le ſecond membre les termes où ſe trouvent l'inconnu, & du ſecond dans le premier ceux où l'inconnu ne ſe trouve point, l'on aura $nnf + \frac{nng + pqq}{d} = \frac{yy}{2} + \frac{2nny + qqy}{d}$ après avoir diviſé par d; & ſi l'on ſupoſe $\frac{2nn + qq}{d} = r$, mettant r à la place de ſa valeur multipliant toute l'équation par 2, & faiſant du ſecond membre un quarré parfait, l'on aura $2nng + 2nnf + 2pqq + rr = yy + 2ry + rr$, d'où dégageant l'inconnu il vient enfin $\sqrt{2nng + 2nnf + 2pqq + rr} - r = y$, qui donne en terme connu la valeur de y; ainſi l'on n'aura qu'à déterminer ſi l'on veut les dimenſions de la figure pour avoir la valeur des lettres, & enſuite faire avec les nombres les mêmes opérations que celles qui ſont indiquées dans l'équation, & l'on trouvera l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits pour être en équilibre avec la pouſſée des deux Voûtes.

Quand les Voûtes ſont couvertes par une ſurface horiſontale ſervant de rez-de-Chauſſée à l'étage qui eſt au-deſſus, il n'eſt pas néceſſaire d'avoir égard aux poids des terres ou des autres matériaux qu'on met au-deſſus des reins pour remplir les vuides; car comme ces matériaux agiſſent dans un ſens perpendiculaire, ils font un effort qui diminuë en quelque façon la pouſſée puiſqu'ils aident les piés-droits à y réſiſter: ainſi il ſuffira de conſidérer la Voûte pour en avoir les piés-droits, comme s'il n'étoit pas queſtion de cette nouvelle charge, c'eſt pourquoi je n'en ai pas fait mention dans les calculs précédens.

Remarque cinquiéme.

PLANCH. 5. FIG. 1.

Il ſe fait quelquefois des Voûtes dont l'*impoſte* faille au-delà du mur, & alors cette Voûte eſt nommée *encorbeillement*, parce qu'elle eſt portée par des corbeaux de Pierre: telle eſt la Voûte en plain ceintre

Digitized by Google

ceintre *BDH*, qui repose sur les corbeaux *BE* & *HX*, dont la saillie *EB* & *HX* est à peu-près égale à l'épaisseur de la Voûte: comme cette construction n'est guére solide, je me garderai bien de la proposer pour modele, principalement dans les ouvrages de Fortifications, où il faut que les Voûtes soient d'une certaine épaisseur & solidement établis: mon dessein est seulement de montrer qu'elle a beaucoup moins de poussée, que si elle reposoit directement sur les piés-droits comme à l'ordinaire, & qu'on peut la mettre en usage dans les bâtimens civils, quand on veut voûter quelqu'endroit dont les murs qui doivent servir de piés-droits se trouvent tous faits, mais trop foibles, parce qu'ils peuvent avoir été bâtis anciennement sans qu'on ait eu en vuë de leur faire porter une Voûte.

Or, pour juger de combien cet encorbeillement soulage les piés-droits, nous tirerons les lignes comme à l'ordinaire, & nous nommerons *CV*, c; *ZC* ou *PS*, y; *ZP*, d; *MP*, f; *SR*, g; ainsi *ML* ou *MN* sera $y+c$; & par conséquent *NP* sera $f-c-y$, & comme nous suposons, que la superficie de chaque voussoir *LGD* ou *LCB* est toûjours exprimée par nn il s'ensuit par l'article 15. que multipliant nn par *NP* $(f-c-y)$ on aura $fnn-cnn-nny$, pour la poussée de la Voûte; d'un autre côté la résistance des piés-droits sera toûjours $\frac{dyy}{2}$, à quoi ajoûtant celle du voussoir *CLB* qui est le produit de nn par le bras de lévier *PR* $(y+g)$ l'on aura cette équation $fnn-cnn-nny=\frac{dyy}{2}+ynn+gnn$, ou bien $\frac{2fnn-2cnn-2gnn}{d}=yy+\frac{4nny}{d}$ après avoir fait la réduction, multiplié par 2 & divisé par d, or si l'on change le second membre en un quarré parfait & qu'on dégage ensuite l'inconnu il viendra $\sqrt{\frac{2fnn-2cnn-2gnn}{d}+\frac{4n^4}{dd}}-\frac{2nn}{d}=y$.

Pour connoître la valeur de l'inconnu, nous suposerons que le rayon *AB* est de 12 pieds, que la Voûte en a trois d'épaisseur, que les piés-droits ont 15 pieds de hauteur, & que la ligne *SR* (g) est de 2 pieds, ainsi on trouvera que *MP* (f) vaut 24 pieds 10 pouces & que *EV* (c) vaut 5 pieds 2 pouces; or puisqu'on a la valeur de toutes les lettres qui se trouvent dans le premier membre de l'équation précédente, on trouvera en faisant les opérations qui y sont indiquées, que l'épaisseur des piés-droits doit être de 5 pieds 5 pouces; & comme nous avons vû dans l'art. 11. que les piés-droits d'une Voûte qui auroit les mêmes dimensions que celle-ci sans être sou-

tenuë par des corbeaux, devoit avoir 6 pieds 6 pouces 7 lignes d'épaiſſeur, il s'enſuit que l'encorbeillement donnera 1 pied 1 pouce 7 lignes pour la différence de l'épaiſſeur des piés-droits.

On fera attention (quand on fait des Voûtes par encorbeillement) de charger les piés-droits d'une bonne maçonnerie *IT* pour maintenir ſolidement la queuë des pierres qui compoſent les corbeaux, afin d'avoir un contre-poids qui faſſe équilibre à celui de la Voûte.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLÊME.

Trouver quelle épaiſſeur il faut donner aux piés-droits d'une Voûte lorſque ces piés-droits auront un talud déterminé.

17. Nous avons ſupoſé juſqu'ici que les piés-droits des Voûtes étoient élevés à plomb des deux côtés, parce qu'il n'arrive guére qu'on les faſſe autrement: cependant, ſi on ſe rapelle ce qui a été dit dans le premier Livre, l'on verra que leur donnant un peu de talud du côté opoſé à la pouſſée, on pourra avec moins de Maçonnerie les mettre en état de ſoutenir la pouſſée de la Voûte; & c'eſt ce que l'on ſe propoſe d'expliquer ici, afin de ne rien négliger de tout ce qui peut interreſſer le ſujet que je traite.

Pour trouver l'épaiſſeur *ZB* ou *PS* du pié-droit *PB* auquel on ſe propoſe de donner un talud exprimé par *FZ* ou *PX*, je tire toutes les lignes qu'on a tirées dans les Figures précédentes, & je nomme
FIG. 3. *KA* ou *MF*, a; *FZ* ou *PX*, b; *BV*, c; *ZX* ou *FP*, d; *ZB*, y; ainſi *FV* ou *ML* ou *MN* ſera $b+c+y$; & *MP* $a+d$, par conſéquent *NP* ſera $a+d-b-c-y$; & ſupoſant $a+d-b-c=f$, *NP* ſera $f-y$; or, comme les triangles *LKA* & *PON* ſont ſemblables, multipliant $f-y$ par nn; c'eſt-à-dire par la ſuperficie du vouſſoir *LGD*, on aura $nnf-nny$ pour l'expreſſion de la pouſſée de la Voûte par raport au point d'apui *P*.

Preſentement, pour avoir celle de la réſiſtance du pié-droit, je conſidére que la ſuperficie du triangle rectangle *PZX* eſt $\frac{bd}{2}$ & que ſi la ligne *PY* eſt les deux tiers de *PX*, le point *Y* ſera celui où on pourra réünir la ſuperficie du triangle; ainſi multipliant $\frac{bd}{a}$ par $\frac{2b}{3}$, l'on aura après la réduction $\frac{bbd}{3}$ pour le produit de la ſuperficie du trian-

triangle par le bras de lévier *PT*, je multiplie de même la superficie du rectangle *XZBS* (dy) par le bras de lévier *PT* $\left(b+\frac{y}{2}\right)$ pour avoir $bdy+\frac{dyy}{2}$: enfin comme le centre de gravité *Q* du voussoir *ELB* répond au point *R*, je multiplie sa superficie nn par le bras de lévier *PR*; c'est-à-dire par $b+y-g$ (car je supose toûjours $RS=g$) & le produit donne $bnn+ynn-gnn$; or ajoûtant ensemble ces trois produits, l'on aura la résistance du pié-droit, par conséquent cette équation $fnn-nny=\frac{bbd}{3}+bdy+\frac{dyy}{2}+bnn+nny-gnn$, ou bien $\frac{fnn-bnn+gnn}{d}+\frac{bb}{3}=\frac{yy}{2}+\frac{2nny}{d}+by$, (après avoir divisé par d, & fait passer dans les mêmes membres les termes où se trouvent l'inconnu.) Or si l'on supose $\frac{2nn}{d}+b=p$, & qu'on mette p à la place de sa valeur, on pourra du second membre en faire un quarré parfait & dégager l'inconnu comme à l'ordinaire pour avoir cette derniere équation $\sqrt{\frac{2fnn+2gnn-2bnn}{d}-\frac{2bb}{3}+pp}-p=y$.

APLICATION.

Suposant la hauteur du pié-droit *FP*, (d) de 15 pieds, & son talud que *EZ* (b) de 3, *KA* (a) sera de 9 pieds 10 pouces, *BV* (c) de 2 pieds 2 pouces, ainsi $a+d-b-c$, c'est-à-dire f sera de 19 pieds 8 pouces, & la superficie du voussoir *LGD* de 32 pieds; or pour avoir la valeur de p qui est la seule lettre qui nous reste à connoître, je me rapelle qu'on a supposé $\frac{2nnd}{d}+b=p$, & comme $\frac{2nn}{d}$ vaut 4 pieds 3 pouces, & b 3 pieds; p vaudra donc 7 pieds 3 pouces; ainsi ayant la valeur de toutes les lettres, je fais avec les nombres les mêmes opérations qui sont indiquées dans l'équation $\sqrt{\frac{2fnn+2gnn-2bnn}{d}-\frac{2bb}{3}+pp}-p=y$; & je trouve que y ou si l'on veut l'épaisseur de *ZB* est de 3 pieds 9 pouces 3 lignes; c'est-à-dire que si l'on donne 3 pieds de talud au pié-droit & 3 pieds 9 pouces 3 lignes d'épaisseur au sommet, ils seront en équibre par leur résistance avec la poussée de la Voûte.

Remar-

Digitized by Google

Remarque prémiere.

18. Pour juger combien il faudroit moins de Maçonnerie pour les piés-droits de la Voûte que nous venons de calculer, que pour ceux du premier Problême, il n'y a qu'à comparer l'épaiſſeur du Profil de l'un, avec celle du Profil de l'autre, puiſqu'ils ont la même hauteur: pour cela j'ajoûte les lignes *ZB* & *PS* enſemble; c'eſt-à-dire 3 pieds 9 pouces 3 lignes, & 6 pieds 9 pouces 3 lignes, & prens la moitié de la ſomme qui eſt de 5 pieds 3 pouces 3 lignes pour l'épaiſſeur réduite, qui étant comparée avec 6 pieds 6 pouces 7 lignes, épaiſſeur des piés-droits du premier Probléme, la différence ſera d'un pied trois pouces 4 lignes: ce qui fait voir qu'en donnant au pié-droit un talud tel que nous l'avons ſupoſé, on employera environ un cinquiéme moins de Maçonnerie, que ſi l'on avoit fait ces pié-droits à plomb des deux côtés.

Remarque ſeconde.

19. Quand on a trouvé, comme dans le premier Probléme, l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits d'une Voûte, pour être en équilibre avec la pouſſée, on peut ſans augmenter la depenſe mettre la réſiſtance des piés-droits beaucoup au-deſſus de la pouſſée afin d'être ſûr que quelque choſe qui arrive les piés-droits demeureront inébranlables: pour cela il ne faut que diminuer un peu l'épaiſſeur des piés-droits au ſommet, & augmenter celle de la baſe de la même quantité; par exemple, ſi l'on a trouvé qu'il falloit 7 pieds d'épaiſſeur aux piés-droits, on en donnera 6 au ſommet & 8 à la baſe.

Les murs, qui ſont expoſés à l'injure de l'air, & qui ont un talud, étant plus ſujets à être dégradés que ceux qui n'en ont point, on ne manquera pas de dire que dans la pratique on fera peu d'attention à l'avantage que je prétend en tirer: l'on prendra là-deſſus le parti qu'on jugera à propos, ce que l'on vient d'enſeigner n'en ſera pas moins vrai.

PROPO-

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits des Voûtes lorſque ces piés-droits ſont accompagnés de contreforts.

Je ſupoſe qu'il eſt queſtion de conſtruire une Voûte dont les piés-droits doivent être ſoûtenus par des contreforts; que l'on eſt convenu de la longueur & de l'épaiſſeur de ces contreforts, auſſi-bien que de la diſtance des uns aux autres; & qu'il n'eſt plus queſtion que de ſavoir l'épaiſſeur qu'il faudra donner aux piés-droits, afin qu'étant aidés des contreforts, le tout ſoit en équilibre avec la pouſſée.

Si l'on conſidére la Figure cinquiéme, l'on verra que le point d'apui qui ſoûtient tous les efforts de la pouſſée de la Voûte n'eſt plus comme ci-devant à l'endroit *T* de la baſe des piés-droits, mais bien à l'extrêmité *P* de la queuë des contreforts *TPQC*; ce qui montre que la perpendiculaire *PO*, abaiſſée ſur la direction *LO* de la puiſſance, exprime le bras de lévier qui répond à cette puiſſance: cela poſé, ayant tiré les autres lignes comme à l'ordinaire, nous nommerons *KA* ou *MZ*, a; *ZC* ou *PT*, b; *BV*, c; *CT*, d; *CB* ou *TS*, y; ainſi *ML* ou *MN*, ſera $b+c+y$; & *MP*, $a+d$; par conſéquent *NP*, $a+d-b-c-y$, ou bien $f-y$ en ſupoſant $a+d-b-c=f$. FIG. 4. & 5.

Comme le triangle *PON* eſt ſemblable à *LKA*, il s'enſuit que multipliant la ſuperficie du vouſſoir *LGD* (nn) par *NP* ($f-y$) on aura $fnn-ynn$ pour l'expreſſion de la pouſſée de la Voûte: * preſentement pour avoir celle de réſiſtance des piés-droits & des contreforts, je conſidére que les contreforts, tels que ceux dont on ſe ſert pour ſoûtenir les Voûtes, ont toûjours leur ſommet *QC*, terminé en pante, pour faciliter l'écoulement des eaux de pluye; c'eſt pourquoi j'abaiſſe la perpendiculaire *QH* ſur *CT*, & diviſe *CH* en deux également au point *I*, afin d'avoir la ligne *IT*, que nous nommerons h; qui étant multiplié par *PT* (b), l'on aura bd pour la ſuperficie de la coupe du contrefort *PQCT*, que nous ſupoſerons réüni au point *T* milieu de *PT* (comme ſi cette coupe étoit un rectangle) afin d'éviter les petits détails auſquels on ſeroit aſſujeti, ſi l'on vouloit examiner les choſes dans toute leur préciſion; ainſi multipliant bh par *PT* $\left(\frac{b}{2}\right)$ on aura $\frac{bbh}{2}$ pour le produit du poids par ſon bras de lévier. * Art. 15. 4

Car nous supoſons que la baſe des contreforts eſt rectangulaire; mais comme il faut avoir égard au raport de l'épaiſſeur des contreforts à leur diſtance, nous ſupoſerons que ce raport eſt comme 1 à 2; c'eſt-à-dire par exemple, que ſi les contreforts ont trois pieds d'épaiſſeur, ils ſeront à 6 de diſtance; ainſi comme ils occupent un tiers de l'eſpace qui regne derriere les piés-droits, il faudra donc diviſer $\frac{bbb}{2}$ par trois, afin d'avoir $\frac{bbb}{6}$ pour la réſiſtance des contreforts, comme on l'a expliqué dans l'article 46 du premier Livre.

Delà je paſſe aux piés-droits *YB*, dont la ſuperficie, ou ſi l'on veut le poids 5, eſt dy, qui étant multiplié par ſon bras de lévier *PX* $\left(b+\frac{y}{2}\right)$ l'on aura $bdy+\frac{dyy}{2}$; enfin je multiplie la ſuperficie du vouſſoir *CFB* (nn), c'eſt-à-dire, le poids 6, par ſon bras de lévier *PR* $(b+y-g)$ & le produit donne $nnb+nny-nng$, qui étant ajoûté avec les deux précédens, on aura l'expreſſion de la puiſſance réſiſtante, qui étant comparée avec celle qui agit, donne cette équation dans l'état d'équilibre: $nnf-nny=\frac{bbb}{6}+bdy+\frac{dyy}{2}+nnb+nny-nng$, laquelle étant réduite, il vient $\frac{nnf+nng-nnb}{d}-\frac{bbb}{6d}=\frac{yy}{2}+\frac{2nny}{d}+by$; & ſupoſant $\frac{2nn}{d}+b=p$; on mettra p à la place de ſa valeur pour changer le ſecond membre en un quarré parfait, & dégager l'inconnu, afin d'avoir cette derniere équation $\sqrt{\frac{2nnf+2nng-2nnb}{d}-\frac{bbb}{3d}+pp}-p=y$, qui donne ce que l'on demande.

APLICATION.

Supoſant le rayon *AB* de 12 pieds; *AF* de 15; *KA* (a) ſera toûjours de 9 pieds 10 pouces, *BV* (c) de 2 pieds 2 pouces, & le vouſſoir *LGD* (nn) de 56 pieds quarrés; d'un autre côté nous ſupoſerons que la longueur *PY* (b) des contreforts eſt de 5 pieds; que la hauteur *ZP* (d) des piés-droits eſt encore de 15 pieds; & que *CH* eſt égal à *HQ*: par conſéquent *IY* ſera de 12 pieds 6 pouces. On trouvera auſſi que f eſt de 17 pieds 8 pouces, & p de 12 pieds 6 pouces: cela poſé, ſi l'on fait avec la valeur des lettres les opérations qui ſont marquées dans l'équation $\sqrt{\frac{2nnf--2nng-2nnb}{d}-\frac{bbb}{3d}+pp}-p=y$, l'on trouvera que l'épaiſſeur *YS* des piés-droits doit être de 3 pieds 1 pouce 5 lignes, pour

pour qu'aidés des contreforts ils soient en équilibre avec la poussée de la Voûte.

Remarque premiere.

21. Pour connoître l'épargne qu'on peut faire sur la Maçonnerie, quand on employe des contreforts, il faut se ressouvenir que dans l'Article 13. nous avons trouvé qu'il falloit donner 7 pieds 8 pouces 6 lignes d'épaisseur aux piés-droits d'une Voûte semblable à celle-ci pour être en équilibre avec la poussée; ainsi cette dimension étant multipliée par la hauteur 15 des piés-droits, le produit sera 115 pieds 7 pouces 6 lignes pour l'estimation des mêmes piés-droits: presentement si on multiplie aussi l'épaisseur que nous venons de trouver; c'est-à-dire, 3 pieds 1 pouce 5 lignes, par 15, l'on trouvera environ 47 pieds 6 pouces pour l'estimation des piés-droits *TB*; mais comme il faut aussi faire celle des contreforts, je multiplie leur hauteur réduite *IT*, qui est 12 pieds 6 pouces, par la longueur *PT*, de 5 pieds, & je prens le tiers du produit à cause que les contreforts n'occupent qu'un tiers de l'espace qui regne derriere les piés-droits, & il vient 20 pieds 10 pouces, que j'ajoûte avec 47 pieds 6 pouces, pour avoir 68 pieds 4 pouces, qui étant comparés avec 115 pieds 7 pouces 6 lignes, la différence est 47 pieds 3 pouces 6 lignes: ce qui fait voir qu'on employera environ deux cinquiémes moins de Maçonnerie, en ajoûtant des contreforts tels que nous venons de les supposer, qu'il n'en auroit fallu en n'en faisant point: par conséquent, si au lieu de donner 5 pieds de longueur aux contreforts, on leur en donnoit 5 pieds & demi, la résistance des piés-droits seroit beaucoup au-dessus de la poussée de la Voûte, & on épargneroit encore bien de la Maçonnerie; ou si l'on veut on pourroit laisser les contreforts comme ils sont, & donner 3 pieds & demi dépaisseur aux piés-droits: ce qui reviendra à peu-près au même.

Remarque seconde.

22. On observera en passant qu'en reglant la distance des contreforts, on ne doit pas trop les éloigner ni leur donner trop de longueur, crainte d'affoiblir l'épaisseur des piés-droits, si l'on vouloit considérer le tout dans l'état d'équilibre; puisqu'il faut avoir égard à la liaison des matériaux qui ne doivent point dans la pratique être regardés comme absolument indissolubles: je veux dire (par exemple) que si l'on s'apercevoit que pour avoir donné trop de longueur aux contreforts, la valeur de y ne fût point suffisante pour rendre

Digitized by Google

les piés-droits d'une épaisseur raisonnable, desorte qu'on pourroit craindre que la poussée de la Voûte fit souffler la Maçonnerie entre-deux contreforts, il vaudroit mieux diminuer la longueur des contreforts afin que les piés-droits en devinssent plus épais; par la même raison il est plus à propos de partager la Maçonnerie qu'on destine à soûtenir les piés-droits en multipliant les contreforts, que d'en mettre une moindre quantité, & les faire plus épais; je veux dire par exemple que si l'on vouloit soûtenir une Voûte par des contreforts, dont la Maçonnerie occupât un tiers de l'espace qui regne entre les piés-droits & la queuë des contreforts, au lieu de faire les contreforts de 6 pieds d'épaisseur & de 12 pieds de distance de l'un à l'autre, il vaudroit beaucoup mieux ne leur donner que 3 pieds d'épaisseur, & les mettre à six pieds de distance; parce que plus les piés-droits auront de points d'apui, & plus l'ouvrage sera solide: l'on sent bien que je veux parler des contreforts qui sont apliqués aux ouvrages de Fortifications; car je n'ignore pas que quand il s'agit de quelqu'autre édifice, où il faut que la décoration & la solidité soient de concert (comme par exemple aux Eglises) il n'est pas toûjours libre de déterminer la distance des contreforts, puisqu'il faut avoir égard à la largeur des croisées qui sont pratiquées entre-deux, & aux endroits de la Voûte qui doivent être arboutés préférablement à d'autres, parce que dans ces sortes d'édifices les Voûtes n'agissent point par-tout également, leur poussée se réünissant à certains points, qui indiquent d'eux-même la position des contreforts.

Remarque troisiéme.

23. On peut encore remarquer, que la poussée d'une Voûte augmente ou diminuë selon que le point d'apui *P*, est éloigné du point *S*, extrêmité de la perpendiculaire *BS*; car si l'on se rapelle que cette poussée dépend du produit de la pésanteur rélative du voussoir *LGD* par la perpendiculaire *PO*, l'on verra que plus le point d'apui *P* sera éloigné de *S*, plus la perpendiculaire *PO* sera racourcie; ainsi plus la base des piés-droits aura de largeur & moins il faudra de résistance pour soûtenir la poussée: que s'il arrivoit que le point d'apui *P* fut tellement éloigné de *S* que la ligne de direction *LO* passât pour le point *P*, c'est-à-dire, que les points *O* & *P* fussent confondus, alors l'action du voussoir *LGD* ne feroit aucun effet sur le pié-droit: car la ligne *MP* deviendroit zéro, & zéro multiplié par *nn*, ne peut donner que zéro.

Remar-

Digitized by Google

Remarque quatriéme.

24. Puisque tous les points d'apui qui soûtiennent la poussée d'une Voûte se rencontrent positivement sous la queuë des contreforts, on voit qu'en construisant les fondemens on ne sauroit les faire trop solides en ces endroits-là; c'est pourquoi je voudrois qu'ils fussent composés des plus gros quartiers de pierres posées sur deux rangs de madriers, quand même le terrain sur lequel ou voudroit asseoir la Fondation paroîtroit ferme; puisqu'il n'y a point à douter que la Voûte, si elle est massive, ne cause par sa poussée quelque affaissement à l'extrêmité des contreforts: il paroît même que pour plus de sûreté on ne feroit pas mal de faire les fondemens des contreforts d'un pied & demi ou deux pieds plus longs que les contreforts mêmes, donnant aussi beaucoup de retraite sur les côtés, afin d'avoir de grands ampâtemens, qui allongent le bras de lévier & fortifient le point d'apui. J'ai vû un Magasin à poudre dont la Voûte s'est fenduë des deux côtés au milieu des reins depuis un pignon jusqu'à l'autre, peu de tems après avoir été bâti, quoique les dimensions des piés-droits & des contreforts fussent beaucoup au-dessus de celles qu'il auroit falu pour en soutenir la poussée, & que la Maçonnerie fut fort bonne; ayant examiné de quelle part cela pouvoit provenir, je me suis aperçû que le terrain au-dessus des fondemens de la queuë des contreforts avoit flêchi, au lieu que cela ne feroit pas arrivé si l'on avoit mis deux ou trois bons madriers l'un sur l'autre pour assurer le point d'apui.

Les Ingenieurs qui ont beaucoup d'experience sentiront mieux que personne la conséquence de cette remarque, non-seulement au sujet des contreforts; mais encore pour tous les autres fondemens qui doivent servir de point d'apui: aussi voit-on que M. de Vauban en fortifiant le neuf Brisack a assuré le bord des fondemens de tous les revêtemens de Maçonnerie par un rang de madriers qui regne le long du pourtour de chaque ouvrage.

Digitized by Google

CHAPITRE TROISIE'ME.

De la maniere de trouver l'épaisseur des pié-droits des Voûtes surbaissées en tiers-points, en plate-Bande, & celles des culées des Ponts de Maçonnerie.

JE crois avoir suffisamment expliqué les Voûtes en plein ceintre dans le Chapitre précédent pour n'en plus faire mention; c'est pourquoi je vais examiner dans celui-ci celles que l'on nomme *surbaissées* ou *Elliptiques*, les autres qu'on apelle *Gothiques*, ou en *tiers-points*, enfin celles que l'on nomme *plate-bande*, parce qu'elles ne font aucune courbure sensible, étant plates comme un *plat-fond.* Cependant, comme les Voûtes surbaissées dont nous allons parler seront suposées parfaitement Elliptiques, & non point tracées par des portions de cercle comme font la plûpart des Ouvriers, il est bon avant toutes choses de prévenir le lecteur de quelque propriété des Sections Coniques, ausquelles nous serons obligés d'avoir recours, afin de ne rien suposer dont on n'aperçoive sur le champ les raisons; ainsi on fera bien de s'apliquer à ce qui suit.

Principes tirés des Sections Coniques.

PLAN. 5. FIG. 7. 25. Il est démontré dans les Sections Coniques, que si l'on méne une ordonnée *GH* au grand axe *AB* d'une Ellipse, le rectangle compris sous *AG* & *GB* est au quarré de *GH*, comme le quarré de *AF* est au quarré de *FD*: ainsi nommant *AF*, a; *FD*, b; *GF*, x; *GH*, y; on aura $aa - xx . yy :: aa . bb$.

Second Principe.

V. le C. Art. 436. 26. Il est aussi démontré, que si l'on fait *FI* troisiéme proportionnelle à *FG* & à *FA*, tirant la ligne *HI*, elle sera tengente au point *H*, ce qui donne $FI = \frac{aa}{x}$, d'où l'on tire $IG = \frac{aa - xx}{x}$.

Troi-

Troisiéme Principe.

27. Si au point H, où une tengente HI, touche l'Ellipse on éleve une pérpendiculaire HK qui aille rencontrer l'axe AB au point K, je dis que FG est à GK comme le quarré de AF est au quarré de FD, ou, ce qui revient au même, comme le rectangle de AG par GB est au quarré GH.

Pour le prouver, considerés que les triangles IGH & GHK, sont semblables, par conséquent $IG\left(\frac{aa-xx}{x}\right)$, $GH\,(yy)$ :: $GH\,(y)$; $GK\,\frac{(yy)}{\frac{aa-xx}{x}}$; ou ce qui est la même chose $\frac{yyx}{aa-xx}$; comme nous avons l'expression de KG, il n'est donc question que de prouver que $GF\,(x)$ est à $GK\left(\frac{yyx}{aa-xx}\right)$ comme le rectangle de AG par GB $(aa-xx)$ est au quarré de $GH(yy)$, ce qui est bien évident, puisque le produit des extrémes & celui des moyens donnent l'un & l'autre yyx; car on remarquera que c'est multiplier le second terme yyx par $aa-xx$ que de ne le pas diviser par la même quantité.

Comme les propriétés de l'Ellipse sont toujours les mêmes, soit que la tengente aille rencontrer le grand axe AB prolongé, ou le petit axe DE aussi prolongé, l'on verra par une démonstration semblable à la précédente, que si la perpendiculaire élevée sur la tengente IO alloit rencontrer le petit axe ED au point L, l'on auroit encore le quarré de EF est au quarré de AF comme la coupée MF est à la ligne ML.

COROLLAIRE PREMIER.

28. Il suit du premier principe, que quand on connoîtra les deux diamêtres AB & ED d'une Ellipse, & la distance du centre F au point G où on aura mené une ordonnée GH, qu'on connoîtra toujours la valeur de cette ordonnée en nombre, en disant si le quarré du demi diamêtre AF donne tant pour le quarré du diamêtre FD, que donnera la difference du quarré de AF au quarré FG, pour le quarré GH que l'on cherche? lequel étant trouvé, on n'aura qu'à en extraire la racine quarrée, qui sera la perpendiculaire GH.

COROLLAIRE SECOND.

29. Il suit aussi du troisiéme principe, que si on avoit besoin de con-

Digitized by Google

connoître la valeur de la partie *ML*, comprise entre l'ordonnée *HM* & la perpendiculaire *HL* élevée à l'extremité de la tengente *IH*, on n'aura qu'à dire si le quarré *EF* donne le quarré *FB*, que donnera la ligne *FM* pour la valeur de la ligne *ML*; ce qu'on trouvera en faisant la régle.

Remarque.

Fig. 6. 30. Comme l'on ne parvient avec le secours de l'Algebre à la connoissance des grandeurs que l'on cherche, que par le moyen de celles que l'on connoît déja, il faut nécessairement, pour déterminer l'épaisseur des piés-droits qui soûtiennent les Voûtes Elliptiques, connoître certaines lignes qu'on ne peut avoir que mécaniquement (c'est-à-dire) en traçant une demi Ellipse semblable à celle dont on veut faire la Voûte; & comme les Ellipses en pareil cas ne sauroient être trop grandes, afin d'avoir ce que l'on demande avec plus de précision; voici comme on s'y prendra.

Ayant tracé sur le parquet d'une Chambre ou sur une grande Table une ligne *AB* de 5 à 6 pieds de longueur, pour servir de grand axe, on la divisera en deux également au point *D*, & à ce point on élevera la perpendiculaire *DC* dont la longueur doit avoir le même raport avec la ligne *AB*, que la hauteur de la Voûte dans œuvre qu'on se propose de faire, aura avec sa largeur: ensuite il faut tirer les lignes *CE* & *EF*, ensorte qu'elles soient chacune égales à la moitié du grand axe *AB*, afin d'avoir les points *E* & *F*, qui seront les foyers de l'Ellipse: après cela, l'on aura de la ficelle bien fine & bien unie ou un cordon de soye, & on prendra dans cette ficelle une longueur qui soit parfaitement égale à l'axe *AB*, on attachera les deux extrêmités de cette longueur aux points *E* & *F*, & on se servira d'un poinçon pour tenir la ficelle tenduë, avec lequel on tracera en même tems la courbe *AGHB* en allant du point *A* au point *C*, & du point *C* au point *B*; car l'on entend bien que cette ficelle doit glisser autour du poinçon *G*, & qu'elle doit être toûjours également tenduë: cette maniere de tracer l'Ellipse est la plus commode que je sache; j'ay jugé à propos de la raporter ici, quoiqu'elle soit assés connue; mais ce n'est point un mal de rendre les choses présentes, quand on rencontre les occasions d'en faire usage.

L'Ellipse étant tracée, il faut faire une échelle & avoir égard à la
Fig. 6. quantité des pieds qu'on veut donner de largeur à la Voûte; si c'est par exemple 24 pieds, je divise la ligne *AB* en quatre parties égales & une de ces parties étant divisée en pieds, pouces, & lignes, on connoîtra la valeur des lignes qu'on sera obligé de tracer dans

l'Ellipse

l'Ellipse. Par exemple, si on avoit quelque raison pour abaisser du point *H*, pris sur la courbe la perpendiculaire *HI*, à l'axe *AB*, on pourra avec l'échelle trouver la valeur de la coupée *DI*, & de l'ordonnée *IH*, en pieds pouces & lignes aussi exactement qu'on peut le désirer dans la Pratique. Nous allons faire usage de tout ceci.

PROPOSITION PREMIERE.

PROBLÉME.

Trouver l'épaisseur qu'il faut donner aux piés-droits d'une Voûte Elliptique.

31. Comme la poussée d'une Voûte se fait toujours selon les directions des tangentes menées à la courbe qu'elle forme, il faut commencer par diviser le quart d'Ellipse *BD*, en deux également au point *L*, pour mener à ce point la tangente *LO*, & sur l'extrêmité *L*, la perpendiculaire *LA*, qui étant prolongée jusqu'en *F*, partagera comme à l'ordinaire la demi Voûte en deux parties à peu-près égales; alors la ligne *FA*, pourra être regardée comme le plan incliné sur lequel agit le voussoir *FGDL*, & la ligne *OL*, comme la direction de la puissance qui seroit en équilibre avec l'action du même voussoir: on sera peut-être surpris que cette direction ne soit pas perpendiculaire sur le milieu du joint *FL*, comme dans les problémes précédents; mais comme il falloit necessairement qu'elle répondit au point *L*, pour avoir les lignes *LK*, *LV*, *KA*, nous avons été obligé d'en user ainsi afin d'agir avec plus de précision, mais nous y aurons égard dans l'application; ainsi suposant les autres lignes tirées comme ci-devant, nous nommerons *LK*, a; *KA*, b; *LA*, c; *BV*, d; *BS*, f; *MP*, g; *ZB*, y; & le voussoir *CG*, ou *CE*, m. Fig. 8.

Cela posé, je considere que les triangles *LKA* & *LMN*, étant semblables donnent *AK* (b), *LK* (a) :: *LM* $(y+d)$, *MN* $\left(\frac{ay+ad}{b}\right)$ par consequent *NP* sera $\frac{gb-ad-ay}{b}$, & comme les triangles *LKA* & *NOP*, sont encore semblables on aura aussi *LA* (c), *AK* (b) :: *NP* $\left(\frac{gb-ad-ay}{b}\right)$, *PO* $\left(\frac{gb-ad-ay}{c}\right)$ qui donne l'expression du

bras

bras de lévier *PO*, presentement pour avoir l'expression de la puissance *O*, je considere que la pesanteur absoluë du voussoir *LGD*, est à son effort sur le joint *FL*, comme *LK* (a) est à *LA* (c), & qu'ainsi il faudra multiplier $\frac{cnn}{a}$ par le bras de lévier *PO*, qui donne $\frac{gbnn}{a} - nnd - nny$ pour l'expression de la poussée de la Voûte par raport au point d'apui *P*, d'un autre côté pour avoir celle de la résistance du pié-droit *PB*, jointe au voussoir *FB*, je multiplie le rectangle *PB* (fy) par *PT* $\left(\frac{y}{2}\right)$ & la superficie du voussoir *FB* (nn) par le bras de lévier *PS* (y); (car je supose que la ligne de direction tirée du centre de gravité *Q*, tombe à peu-près au point *S*, ce voussoir étant beaucoup plus incliné que dans la Voûte en plein ceintre) ainsi ajoûtant ces deux produits ensemble pour les comparer avec la poussée de la Voûte, il vient cette équation $\frac{gbnn}{a} - dnn - nny = \frac{fyy}{2} + nny$, laquelle étant réduite, divisée par f, & multipliée par 2, il vient $\frac{2gbnn}{af} - \frac{2dnn}{f} = yy - \frac{4nny}{f}$: or changeant le second membre en un quarré parfait, & dégageant l'inconnu, on aura $\sqrt{\frac{2gbnn}{af} - \frac{2dnn}{f} + \frac{4n^4}{ff}} - \frac{2nn}{f} = y$, qui donne ce que l'on cherche.

APLICATION.

Pour raporter le Probleme précédent à la pratique, il faut commencer par tracer une grande Ellipse comme on l'a enseigné dans l'Article 36. Ensorte que les deux demi axes soient dans la raison des lignes *HB* & *HD*; par exemple si la largeur de la Voûte dans œuvre étoit de 24 pieds, & que la hauteur *DH*, fut les deux tiers
Fig. 8. de cette même largeur, *BH* seroit de 12 pieds, & *DH* de huit; or divisant un quart de cette Ellipse en deux également, on abbaissera du point de division une perpendiculaire comme *LV*, dont il sera aisé de connoître la valeur par le moyen de l'échelle aussi-bien que de la ligne *VH* ou *LK*, ayant donc fait moi-même ce que je viens de dire, j'ai trouvé que *LV* ou *KH*, étoit de 6 pieds 3 pouces, & que *LK* ou *VH*, étoit de 7 pieds 6 pouces; & comme il faloit aussi connoître *KA*, j'ai dit selon l'Article 29. comme le quarré de *DA* est au quarré de *HB*, de même la ligne *KH* est à la ligne *KA*, que j'ai trouvée de 14 pieds 9 lignes.

Digitized by Google

La Voûte étant ſupoſée de 3 pieds d'épaiſſeur, pour avoir la ſuperficie des vouſſoirs *FD* ou *FB*, j'ai cherché celle de la grande & la petite Ellipſe *, & ayant retranché l'une de l'autre, j'ai pris la huitiéme partie de la difference qui m'a donné 27 pieds; ainſi ſupoſant la hauteur du pié-droit de 15 pieds, on aura la valeur de toutes les lettres qui ſe trouvent dans l'équation précédente, puiſque *LK* (*a*) ſera de 7 pieds 6 pouces, *KA*(*b*) de 14 pieds 9 lignes, *BV* (*d*) de 4 pieds 6 pouces, *ZP* (*f*) de 15 pieds, *MP* (*g*) de 21 pieds 3 pouces; à quoi il faut ajoûter la moitié de l'épaiſſeur de la Voûte pour avoir 22 pieds 9 pouces, & *CG* (*nn*) de 27 pieds: ainſi ayant fait les mêmes opérations avec les nombres que celles qui ſont indiquées dans la derniere équation, j'ai trouvé que *y*, c'eſt-à-dire l'épaiſſeur des piés-droits, devoit être de 8 pieds 8 pouces. *V. le C. Art. 574.

La tengente LO *donnant un bras de lévier* OP *plus court que ſi la ligne de direction de la puiſſance étoit perpendiculaire ſur le milieu du joint* FL, *comme eſt par exemple* CX, *j'ai augmenté la valeur de la ligne* MP, *de la moitié de l'épaiſſeur de la Voûte, afin que le bras de lévier* PO, *ſe trouvant allongé de la ligne* XO *égal à* CL, *cette ſolution répondit à peu près aux autres précédentes.*

Remarque premiere.

32. On voit que les Voûtes ſurbaiſſées ont plus de pouſſée que celles qui ſont en plain ceintre; car comme l'angle *OLV* formé par la ligne de direction *OL* & la perpendiculaire *LV*, eſt plus grand que dans les profils précédents, il arrive que le bras de lévier *PO*, ſe trouve alongé, ce qui doit augmenter la force de la puiſſance agiſſante: or comme plus le demi axe *DH*, ſera petit eû égard à l'autre *HB*, plus le bras de lévier *PO* augmentera, il s'enſuit que plus une Voûte eſt ſurbaiſſée & plus elle a de pouſſée. PLANCH. 5. FIG. 8.

Remarque ſeconde.

33. Il eſt bon d'obſerver auſſi que les vouſſoirs qui compoſent une Voûte ſurbaiſſée devant avoir neceſſairement pluſieurs centres, cette Voûte n'eſt pas à beaucoup près ſi forte que celle en plein ceintre, parce que, dans cette derniere, l'effort de tous les vouſſoirs ſe réüniſſant à un ſeul point, ils ſe fortifient mutuellement, & ſont capables de mieux ſoûtenir l'action de quelque grand fardeau ou de quelque choc violent, comme ſeroit celui des bombes; ainſi quand il eſt queſtion des ſoûterains qu'on veut mettre à l'é-

Digitized by Google

l'épreuve, il n'y a point de Voûte qui convienne mieux que celle en plein ceintre.

PROPOSITION SECONDE.

PROBLÈME.

Trouver quelle épaisseur il faut donner aux piés-droits des Voûtes en tiers-points pour être en équilibre avec la poussée des mêmes Voûtes.

PLAN. 6. FIG. I. 34. L'on sait que la Voûte en tiers-point ou Gothique, étant formée par deux arcs de cercle égaux, cette Voûte doit avoir necessairement deux centres dont la position dépend de l'élevation qu'on veut lui donner: par exemple, si la ligne *BI*, détermine la largeur de la Voûte, les centres peuvent être aux points *B* & *I*, ou à quelqu'autres points *G* & *H*, également éloignés du milieu *A*: quand on prend les points *B* & *I* pour centre, la largeur *BI*, devient le raïon avec lequel on décrit les deux arcs, & alors la Voûte est aussi élevée qu'on a coûtume de la faire quand il s'agit d'une Eglise ou de quelque bâtiment civil; mais, s'il est question d'un Magasin qu'on veut mettre à l'épreuve de la bombe, on se garde bien de lui donner tant d'élevation, parce qu'elle seroit trop foible. La maniere la plus convenable est de diviser les lignes *AI* & *AB*, en deux parties égales aux points *H* & *G* pour avoir les centres servant à décrire les arcs *BD* & *DI* avec les raïons *HB* & *GI*; ainsi suposant que la Voûte, sur laquelle nous allons opérer, ait été tracée de cette maniere, on divisera l'arc *BCD* en deux également au point *C*, ensuite on tirera les raïons *HF*, *HT*, la corde *BD*, & les autres lignes comme à l'ordinaire.

Ayant nommé *LK* a; *KQ* b; *LQ* c; *BV* d; *ZP* f; *MP* g; *ZB* y; *ML* sera $y+d$; cela posé, remarquez que les triangles *LKQ* & *LMN* étant semblables, l'on aura *KQ* (b), *KL* (a) :: *LM* $(d+y)$ *MN* $\left(\frac{ad+ay}{b}\right)$, ainsi la ligne *NP* sera $\frac{bg-ad-ay}{b}$: & comme le triangle *LKQ* est aussi semblable à *NOP*, on aura encore *LQ* (c), *KQ* (b) :: *NP* $\left(\frac{bg-ad-ay}{b}\right)$, *PO* $\left(\frac{bg-ad-ay}{c}\right)$.

Présentement, faites attention que dans le triangle rectangle *LKQ* le côté *LK*, peut exprimer la pesanteur absoluë du voussoir *LDT*,

Digitized by Google

LDT, puiſque la ligne de direction tirée de ſon centre de gravité eſt coupée en angle droit par ce côté ; de même la ligne de direction *OL* de la puiſſance *O*, étant perpendiculaire ſur le côté *LQ*, il exprimera le fort du vouſſoir ſur le joint *FC*: ainſi nommant nn, la ſuperficie de ce vouſſoir, ſon effort ſera encore $\frac{cnn}{a}$, qui étant multiplié par le bras de lévier *PO*, l'on aura $\frac{bgnn}{a} - dnn - nny$, pour la pouſſée de la Voûte par raport au point d'apui *P*: d'un autre côté ſi l'on ſupoſe que la ligne de direction tirée du centre de gravité du vouſſoir *LFB* vient tomber au point *S*, afin de rendre le calcul plus ſimple, la réſiſtance du pié-droit joint au vouſſoir qui lui répond, ſera exprimée comme ci-devant par $\frac{fyy}{2} + nny$, qui étant comparé avec la pouſſée de la Voûte l'on aura dans l'état d'équilibre $\frac{bgnn}{a} - dnn - nny = \frac{fyy}{2} + nny$, d'où on tirera comme à l'ordinaire $\sqrt{\frac{2bgnn}{af} - \frac{2dnn}{f} + \frac{4n^4}{ff}} - \frac{2nn}{f} = y$.

APLICATION.

Pour raporter ce Probléme à la pratique, nous ſupoſerons que la ligne *BI* eſt de 24 pieds : cela étant *HB* ou *HD* ſera de 18 pieds, & *AH* de 6, ainſi dans le triangle rectangle *ADH* dont on connoît deux côtés, il ſera aiſé de connoître l'angle *AHD*, qu'on trouvera de 70 degrés 30 minutes, dont la moitié ſera pour l'angle *LHV* du triangle rectangle *LVH* duquel l'on connoît le côté *LH*, car la Voûte aïant trois pieds d'épaiſſeur, ce côté ſera de 19 pieds & demi ; ainſi comme nous avons un triangle rectangle dans lequel on connoît deux angles & un côté, on trouvera par le calcul ordinaire que *LV* eſt de 11 pieds 3 pouces, & *VH* d'environ 16 pieds, d'où retranchant *AH* de ſix, il en reſtera 10 pour *VA*, ou *LK*: ainſi connoiſſant un des côtés du triangle rectangle *LKQ* avec l'angle aigu *LQK* (puiſqu'il eſt complement de l'angle *AHQ*) on trouvera que le côté *KQ* eſt à peu-près de 7 pieds, deſorte que ſi l'on ſupoſe que la hauteur du pié-droit eſt encore de 15 pieds, on aura la valeur de toutes les lettres excepté nn ; car *LA* (a) ſera de 10 pieds, *KQ* (b) de 7, *BV* (d) de 2, *ZP* (f) de 15, à quoi ajoûtant *LV* ou *MZ*, qu'on a trouvé de 11 pieds 3 pouces, on aura 16 pieds 3 pouces pour *MP* (g).

 Com-

Digitized by Google

Comme il nous reste à trouver la valeur de nn, je cherche la superficie des cercles qui auroient pour raïon *HB* & *HE*; c'est-à-dire 18 & 21 pieds, & après les avoir trouvé j'en prend la difference qui est de 368 pieds quarrés qui est la valeur de la couronne, dont la superficie du voussoir *LDT* fait partie. Or pour avoir cette partie, je dis, comme 360 degrés valeur de la circonférence du cercle est à 35 dégrés 15 minutes, valeur de l'arc *FT*; ainsi 368 pieds difference de deux cercles, est à la superficie *CFTD*, qu'on trouvera de 35 pieds 9 pouces 4 lignes, faisant les opérations indiquées dans l'équation $\frac{2bgnn}{af} - \frac{2dnn}{f} + \frac{4n^4}{ff} - \frac{2nn}{f} = y$. On trouvera que la valeur de y, c'est-à-dire l'épaisseur des piés-droits, doit être de 5 pieds 3 pouces.

Quoique la perpendiculaire *AX* & le raïon *HT* se coupent au point *D* & forme l'angle *TDX*, qui comprend un petit espace qui rend le voussoir superieur *LX* plus grand que l'inferieur *LEB*, je n'ai pas laissé que de les considérer égaux, parce que la difference est trop peu de chose pour y avoir égard dans la pratique.

Remarque prémiere.

35. On remarquera que les Voûtes en tiers-points ont beaucoup moins de poussée que celles qui sont en plein ceintre, parce que la ligne de direction *OL* de la puissance qui soûtiendroit le voussoir *LTD*, faisant un plus petit angle avec la verticale *LV*, que dans la Voûte en plein ceintre il faut necessairement que le bras de lévier *PO*, soit plus court que si la Voûte étoit moins élevée, tellement qu'on peut dire que plus le raïon *HB* de l'arc *BD* sera grand & moins il faudra donner d'épaisseur aux piés-droits.

Remarque seconde.

36. Si les Voûtes en tiers-points ou les surbaissées avoient leurs extradoses dirigées en pente, on trouvera toûjours l'épaisseur de leurs piés-droits comme on a fait dans l'Article 13. puisque les opérations ne differeront en rien de celles qu'on vient de voir dans les deux propositions précédentes, il n'y aura seulement que la seule expression nn du voussoir qui pourra valoir un plus grand nombre de pieds quarrès.

De même, si on vouloit que les pieds-droits de ces deux especes de Voûtes fussent accompagnés de contreforts, on suivra ce qui a été

Digitized by Google

a été enseigné dans l'Article 20, n'ayant pas jugé à propos de répeter ce qui a été dit à ce sujet, pour ne point ennuïer.

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaisseur qu'il faut donner aux-piés-droits qui soûtiendroient une Plate-Bande.

37. La premiere chose, dont il faut être prévenu, est que pour avoir la coupe des clavaux qui doivent composer une Plate-Bande, on trace un triangle équilateral *ALF* sur la ligne *LF* qui exprime la largeur de la Plate-Bande, ensuite on divise cette largeur en autant de parties égales, qu'on voit à peu-près qu'elle doit contenir de clavaux, & du point *A* comme centre on tire des lignes qui passant par chaque point de division, lesquelles allant rencontrer *GI*, marquent la figure & la grandeur des clavaux: ainsi suposant que la platte-bande *DEFL* ait été construite de la façon que je viens de dire, nous en prendrons la moitié *DCKL*, pour être considerée comme une seule pierre qui faisant l'effet d'un coin dont les faces seroient *DA* & *CA*, agit contre le point *L*, pour renverser le pié-droit *MS*; c'est pourquoi il faut abbaisser au point *L* la perpendiculaire *LO* sur *DA*, pour avoir la ligne de direction de la puissance qui soûtiendroit l'effort de la demi platte-bande *DK*, & alors la perpendiculaire *PO* sera comme à l'ordinaire le bras de lévier de cette puissance; pour en avoir l'expression nous nommerons *LK* a; par consequent *LA* sera $2a$, puisqu'à cause du triangle équilateral *LA* est double de *LK*, d'un autre côté *KA* sera nommé b; *LM* y; *MP* f; & la superficie *LDCK* nn; cela posé, remarquez qu'à cause de l'angle droit *OLA*, les trois triangles *AKL*, *LMN*, *NOP*, sont semblables: PLANCH. 6. FIG. 2.

ainsi $KA\,(b)\;KL\,(a)::LM\,(y)\;MN\left(\frac{ay}{b}\right)$ par consequent *NP* sera $\frac{fb-ya}{b}$ d'où l'on tire $AL\,(2a)\;AK\,(b)::PN\left(\frac{fb-ay}{b}\right).\,PO\left(\frac{fb-ay}{2a}\right)$.

Si l'on fait attention que la pesanteur absoluë de la demi plate-bande *LDCK*, est à l'effort qu'elle fait contre le pié-droit comme *LK* est à *LA*, l'on verra que *LA* étant double de *LK*, l'effort que soûtient la puissance *O* doit être exprimée par $2nn$: c'est pourquoi mul-

multipliant cette quantité par le bras de lévier *PO*, l'on aura (après la réduction) $\frac{bfnn}{a} - nny$, pour l'expression de la poussée de la plate-bande par raport au point d'apui *P*, qui étant comparé à la résistance des piés-droits, c'est-à-dire à $\frac{fyy}{2}$, l'on aura $\frac{bfnn}{a} - nny = \frac{fyy}{2}$ dans l'état d'équilibre; ou bien $\frac{2bnn}{a} = yy + \frac{2nny}{f}$ après avoir multiplié par 2, & divisé par *f*: or si l'on change le second membre en un quarré parfait, & qu'on dégage ensuite l'inconnu, il viendra $\sqrt{\frac{2bnn}{a} + \frac{n^4}{ff}} - \frac{nn}{f} = y$.

APLICATION.

Suposant que la hauteur *LS* (*f*) des piés-droits soit de 15 pieds, que la largeur *LF* de la Voûte soit de 24, & son épaisseur *CK* de 3, on verra que *LK* (*a*) est de 12 pieds, *KA* (*b*) de 20 pieds 9 pouces 4 lignes, & la superficie *LDCK* (*nn*) de 38 pieds 3 pouces quarrés: ainsi, faisant les opérations qui sont indiquées dans la derniere équation, elles donneront 9 pieds 2 pouces pour la valeur de *y*, c'est-à-dire pour l'épaisseur des piés-droits.

Remarque.

38. La plate-bande est de toutes les Voûtes celle qui a le plus de poussée, & qui a le moins de force; c'est pourquoi elle n'est pas d'usage pour les Fortifications, ne s'employant guére que dans les grands édifices, & avec des dépenses considerables, à cause des barres de fer dont on se sert pour soulager les piés-droits, & pour lier les clavaux ensemble.

S'il s'agissoit de quelque Porte-Cochere, il faut pour empêcher que la plate-bande ne porte tout le poids du mur qui seroit élevé dessus, faire un arc de décharge qui soit appuyé sur les piés-droits.

PROPOSITION QUATRIE'ME.

Proble'me.

La péſanteur de la clef d'une Voûte en plain ceintre étant déterminée, on demande de combien il faut augmenter celle de chaque Vouſſoir pour qu'ils ſoûtiennent tous d'eux-même en équilibre.

39. Nous avons fait voir dans l'article 1. que tous les vouſſoirs qui composent une Voûte avoient plus ou moins de pouſſée ſelon qu'ils étoient plus près ou plus éloignés de la clef, & que cette pouſſée allant toujours en diminuant à meſure que les plans ſur leſquels ces vouſſoirs agiſſoient, étoient moins inclinés à l'horiſon, les vouſſoirs ſuperieurs ne manqueroient pas d'écarter ceux qui ſont immédiatement au-deſſous, s'ils n'étoient entretenus par du mortier: cependant comme ce ſeroit un avantage pour la ſolidité des édifices que tous les vouſſoirs qui compoſent une Voûte ne fiſſent pas plus d'effort les uns que les autres, juſqu'à pouvoir ſe ſoutenir d'eux-même par leur propre poids, ſans le ſecours d'aucune matiere étrangere, Mr. de la Hire a cherché de combien il faloit augmenter leur peſanteur au-deſſus de celle de la clef, pour gagner par leurs propres poids la force qu'ils avoient de moins par leur ſituation; & comme ce Probléme eſt aſſés curieux, j'ai crû qu'on ſeroit bien aiſe que je le raportaſſe ici. Fig. 3. & 4.

Ayant une Voûte en plain ceintre *ABC*, compoſée de pluſieurs vouſſoirs égaux, ſi par le ſommet *B* de la clef, on tire la ligne *BO* perpendiculaire au rayon *GB*, qu'on prolonge juſqu'à la rencontre de *BO*, tous les rayons qui répondent aux lits des vouſſoirs *P*, *Q*, *R*, *S*, &c. Je dis que tous ces vouſſoirs ſeront en équilibre, ſi leur péſanteur abſoluë eſt exprimée par les lignes *HK*, *KL*, *LM*, *MN*, &c.

Pour le prouver, remarquez que les trois puiſſances, qui appartiennent au vouſſoir *P*, ſont exprimées par les côtés du triangle *GHK*, que celles qui apartiennent au vouſſoir *Q*, le ſont par ceux du triangle *GKL*; ainſi des autres vouſſoirs *R* & *S*, dont les puiſſances ſeront toûjours repreſentées par les côtés des triangles où ils ſont renfermés, puiſque les directions de ces puiſſances ſeront perpendiculaires aux côtés des triangles ou à leurs parties prolongées: or ſi la peſanteur du vouſſoir *P* eſt exprimée par la ligne *HK*, & celle du vouſſoir *Q* par la ligne *KL*, il eſt certain qu'ils ſeront en équilibre, puiſque la ligne *KG* qui eſt un côté commun aux trian- Planch. 6. Fig. 3.

 gles

gles qui apartiennent aux voussoirs *P* & *Q*, exprime en même tems la force avec laquelle le voussoir *P* pousse le voussoir *Q*, & celle avec laquelle le premier est repoussé par le second ; de même si la pésanteur du voussoir *R* est exprimée par *LM*, il sera aussi en équilibre avec le voussoir *Q*, le superieur poussant l'inferieur avec la même force dont il est repoussé, puisque cette force est exprimée de part & d'autre par la ligne *GL* qui est aussi un côté commun aux triangles qui apartiennent aux voussoirs *Q* & *R*. Enfin si la pésanteur du voussoir *S* est exprimée par *MN*, l'on verra par un semblable raisonnement qu'il sera en équilibre avec le voussoir *P*, puisque ces deux voussoirs agiront l'un sur l'autre avec la même force *GM*: à légard du voussoir *T* qui répond au pié-droit, sa pésanteur ne peut pas être déterminée, les lignes *BO* & *GC* étant paralelles ne se rencontreront jamais, ce qui montre que ce voussoir doit être d'une pésanteur infinie pour résister à l'effort de tous les autres dans le cas où il pourroit glisser sur un plan infiniment poli ; mais comme dans la pratique il n'est pas question de ces sortes de plans & qu'au contraire il se rencontre toûjours beaucoup de frotement, il suffit de donner à ce voussoir le plus de pésanteur qu'il est possible.

L'on remarquera que les differentes pésanteurs des voussoirs peuvent être exprimées par la difference des tangentes des angles que font les joints en commençant au milieu de la clef, puisque les lignes *KL*, *LM*, *MN*, qui expriment la pésanteur des voussoirs *P*, *Q*, *R*, *S*, marquent la difference des tangentes des angles *BGK*, *BGL*, *BGM*, & *BGN*. Or comme on a la valeur de tous ces angles, par la division qu'on a faite du demi cercle, il s'ensuit qu'ayant leur tangentes dans les Tables des Sinus, si l'on en prend les differences, l'on aura des nombres qui exprimeront les raports de la pésanteur des voussoirs ; ainsi connoissant la pésanteur de la clef, on pourra (par la regle de proportion) connoître celle de chaque voussoir, afin de voir combien il faudra les faire plus longs les uns que les autres ; c'est-à-dire, combien il faudra leur donner plus de queuë pour qu'ils fassent à peu-près le même effort. Je dis à peu-près ; car comme on employe ordinairement du mortier pour les entretenir, il n'est pas necessaire d'observer une proportion bien exacte dans le raport de leur pésanteur, il suffit seulement d'y avoir égard quand on veut faire des édifices solides.

PRO-

Digitized by Google

PROPOSITION CINQUIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver quelle est la courbe qu'il conviendroit de donner à une Voûte, pour que tous les voussoirs, étant égaux en pésanteur, soient en équilibre.

40. Si l'on tire sur un plan vertical une ligne *AB* paralelle à l'horison, & qu'à deux points *C* & *D*, pris dans cette ligne, l'on attache les extrêmités d'une chaine composée de petits couplets & qu'on leur laisse la liberté de prendre la situation qui leur convient, je dis qu'ils composeront tous ensemble une courbe *CFD*, dont la figure represente celle qu'il faudroit donner à une Voûte, pour que tous les voussoirs soient en équilibre quoiqu'égaux en pésanteur. Fig. 71.

Si l'on divise la ligne *CD* en deux parties égales au point *E*, & qu'on abaisse la perpendiculaire *EF*, il est constant qu'elle ira rencontrer le point *F* qui sera le plus bas de la courbe; car, à cause de la flexibilité de la chaine & l'uniformité qu'on supose dans les couplets, la partie *CF* sera égale à la partie *DF*, elles auront toutes deux la même figure, & tous les points pris dans la longueur *CF* & *DF*, à une égale distance des extremités *C* & *D*, se trouveront également situés par raport à la perpendiculaire *EF*, par conséquent cette chaine forme une courbe réguliere, qui a pour axe *EF*. Or tous les couplets qui composent cette chaine étant suposés égaux en grandeur & en pésanteur, se maintiendront en équilibre entr'eux, & tendront chacun en particulier au centre de la terre par des lignes de directions, qui étant tirées de leur centre de gravité peuvent être regardées comme perpendiculaires à l'horison: & si l'on attribuë à chacun de ces couplets une pésanteur égale, mais incomparablement au-dessus de celle qu'ils ont naturellement, ils se soûtiendront toûjours dans le même état où ils étoient auparavant, n'y ayant point de raison pour que l'un détourne l'autre de la direction vers laquelle sa pésanteur le faisoit tendre; mais si l'on faisoit ensorte que les couplets se trouvassent tellement unis les uns aux autres qu'ils ne composassent qu'un seul corps incapable d'aucune flexibilité, il ne leur arriveroit rien de particulier, sinon d'être obligé de garder la situation où ils étoient les uns par raport aux autres, de quelque sens qu'on veuille mettre la chaine, & tant qu'elle sera attachée aux points

points *C* & *D*, il lui ſera indifferent que tous les couplets ſoient unis ou non, qu'on augmente leur péſanteur, ou qu'on la laiſſe comme elle étoit en premier lieu: on pourroit même ſuſpendre des poids égaux au bas de chacun, ſans que cela causât aucun changement à la courbe *CFD*.

Prevenu de cela, on ſçait qu'on ne dérange rien dans l'équilibre des puiſſances en changeant ſeulement leur direction en ſens contraire: ainſi dans la ſupoſition que tous les couplets ſont unis à ne pouvoir ſe déranger de la figure curviligne qu'ils compoſent tous enſemble, ſi l'on fait tourner la chaine *CFD* ſur la ligne *CD* comme ſur un axe pour prendre la ſituation opoſée, mais toûjours verticale *CFD*, tous les couplets, gardant entr'eux la même ſituation qu'ils avoient auparavant, tendront au centre de la terre ſelon les mêmes lignes de direction; & ſoit qu'on augmente leur péſanteur ou non, pourvû que cette augmentation ſoit la même, ils ſe maintiendront toûjours en équilibre, & ils ne feront pas plus d'effort pour tomber que s'ils n'étoient point entretenus par quelque cauſe qui les empêche de ſe déranger.

Fig. 8.

Supoſant preſentement que la courbe *CFD* repreſente l'intradoſe d'une Voûte *ABC*, qui ſoit par-tout d'une égale épaiſſeur, & qu'à la place des couplets on imagine des Vouſſoirs fort petits qui ayent la même péſanteur & dont les lignes de directions tirées de leur centre de gravité feront les mêmes que celles des couplets, ces vouſſoirs demeureront en équilibre ainſi que l'étoient ces couplets, deſorte que s'ils ſont bien unis les uns contre les autres par un ciment qui les réduiſe tous à ne faire qu'un ſeul corps, ils compoſeront enſemble la Voûte *ABC*, dont toutes les parties feront en équilibre.

Fig. 5.

Si l'on vouloit faire uſage de cette courbe, je crois qu'on feroit obligé de raprocher ſes deux entrêmités *G* & *H*, afin qu'elles ſoient diſpoſées comme *EA* & *FC*, & non pas comme *EG* & *FH*, qui ne conviendroit pas dans l'execution, à cauſe que la naiſſance de la Voûte feroit un *Jarret* avec le pié-droit, ce qui choqueroit la vûë, il eſt bon de profiter de ce que la théorie peut enſeigner; mais quand il s'agit de la pratique, on peut ſans ſcrupule ne le pas ſuivre exactement pour raporter les choſes à l'uſage. On trouvera dans le ſecond tome de l'Analiſe du R. P. Reyneau l'équation de la chainette & la maniere de la tracer, c'eſt pourquoi je n'en parle point ici.

AP-

Digitized by Google

APLICATION.

Si l'on vouloit construire une Voûte naturelle dont la largeur & la hauteur fussent données, il faut sur une surface verticale tracer une ligne *CD* égale à la largeur de la Voûte, abaisser du milieu de cette ligne une perpendiculaire *EF*, égale à la hauteur qu'on veut lui donner, ensuite attacher l'extrêmité d'une chaine au point *C*, & porter l'autre extrêmité vers *D*, de maniere qu'en augmentant ou diminuant la chaine son propre poids la fasse passer par le point *F*, lorsqu'elle sera arrêtée aux endroits *C* & *D*; après cela on pourra avec un crayon que l'on conduira tout du long de la chaine (sans pourtant la faire vaciller) tracer une courbe, & là-dessus on pourra établir la figure du faux ceintre de la Voûte, la coupe des voussoirs, & le reste. FIG. 7.

Je crois que ceux qui sont dans l'usage de faire construire des Voûtes, sans y prendre garde de si près, ne feront pas grand cas des deux propositions précédentes, aussi ne les ai-je raportées que pour les curieux qui voyent toujours avec plaisir ce qui peut avoir raport à leur métier; ce n'est pas qu'on n'en puisse faire usage, puisque la premiere nous aprend que pour rendre des Voûtes solides, il est bon d'en fortifier les reins le plus qu'il sera possible, & particulierement vers les piés-droits, afin de donner, pour ainsi dire, un contrepoids à la poussée des voussoirs superieurs.

PROPOSITION SIXIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaisseur qu'il faut donner aux Culées des Ponts de Maçonnerie.

41. La maniere de régler l'épaisseur des Culées des Ponts est un Probléme qui apartient à ce Livre-ci; car les Ponts sont composés d'Arches, & les Arches ne sont autre chose que des Voûtes: aussi sa solution dépent-elle des régles que nous venons d'enseigner, ou pour mieux dire elle n'en est qu'une répétition accompagnée de quelque circonstance particuliere aux Ponts de Maçonnerie.

On supose qu'il est question d'un Pont composé d'une seule Arche en plain ceintre comme dans la figure 6. dont l'épaisseur *GD* est

F 3 déter-

déterminée de même que le diamêtre *BI* & la hauteur *BS* depuis la derniere retraite des fondemens jusqu'à la naissance de l'Arche, & qu'il s'agit de sçavoir l'epaisseur *PS* ou *MQ*, qu'il faut donner à la Culée *MS* pour qu'elle soit en équilibre avec la poussée qu'elle doit soutenir. Cela posé, on saura que les Culées d'un Pont peuvent être construites de deux manieres: la premiere est de faire un corps de Maçonnerie comme *SZ* dans la 9. figure, dont la hauteur *ZP* ou *BS* ne surpasse point la naissance de l'Arche: la seconde est d'élever la Culée jusques vers le milieu des reins de l'Arche, afin de les rendre capables de mieux soûtenir l'effort de la partie superieure, comme dans la figure 6. à laquelle nous nous attacherons uniquement comme la plus conforme à l'usage.

Fig. 6. & 9.

Ayant divisé le quart de cercle *BD* en deux également au point *C*, on tirera le rayon *AF*: on divisera aussi la ligne *FC* en deux également au point *L* par lequel on menera *MK* paralelle au diamêtre *BI* qui determinera la hauteur de la Culée, on prolongera la ligne *SB* jusqu'au point *Q* de la circonférence, & on tirera le rayon *AQ*, & les autres lignes *LO*, *LV*, & *OP*, comme à l'ordinaire.

Pour réduire en équation la poussée de l'Arche & la résistance des Culées, nous nommerons *LK* ou *KA*, a; *BV*, c; *MP*, d; *ST*, g; *PS*, y; la superficie *CFGD*, nn; & la partie *BQFC*, bb: ainsi *MN* ou *ML* sera $c+y$; & *NP* sera $d-c-y$; & si l'on supose $d-c=f$, *NP* sera $f-y$.

L'on sait par l'Article 14. que multipliant la superficie *CFGD* (nn) par l'hipotenuse *NP* ($f-y$) du triangle rectangle *NOP*, lorsqu'il s'agit d'une Voûte ou d'une Arche en plein ceintre, que le produit donne une expression égale à la puissance qui soutiendroit la poussée de la partie *CFGD*, ainsi cette poussée sera $nnf-nny$, qu'il faut mettre en équilibre avec la résistance du pié-droit *PMQS*, joint à la partie *BQFS*; c'est-à-dire avec dy & bb, multipliés par le bras de lévier $PT\left(\frac{y}{2}\right)$ & $PY\,(y+g)$ dont les extrêmités *T* & *Y* répondent aux lignes de directions tirées de leur centre de gravité; c'est-à-dire, avec $\frac{dyy}{2}$ & $bby+bbg$, qui donnent cette équation $fnn-nny=\frac{dyy}{2}+bby+bbg$, d'où faisant passer dans le même membre les termes où se trouvent l'inconnu, & dans l'autre ceux où l'inconnu ne se trouve point, l'on aura après avoir divisé par d, $\frac{fnn+gbb}{d}=\frac{yy}{2}+\frac{nny+bby}{d}$, & si l'on supose $\frac{nn+bb}{d}=p$, & qu'on

Digitized by Google

qu'on mette p à la place de sa valeur multipliant toute l'équation par 2, on pourra du second membre en faire un quarré parfait en ajoûtant pp de part & d'autre afin d'avoir $\frac{2fnn + 2gbb}{d} + pp = yy + 2py + pp$, dont extrayant la racine & dégageant l'inconnu, l'on aura enfin $\sqrt{2fnn - 2gbb + pp} - p = y$, qui donne ce que l'on cherche.

APLICATION.

Pour avoir la valeur de l'inconnu, nous suposerons le diamêtre *BI* de 72 pieds, l'épaisseur *DG* de 6, & la hauteur *BS* de 12, ainsi la ligne *AL* sera de 15, & l'on trouvera que *BV* (c) est de 8 pieds 5 pouces, & *LV* de 27 pieds 7 pouces, par conséquent *MP* (d) sera de 29 pieds 7 pouces: & comme nous avons suposé $d - c = f$, f sera donc de 31 pieds 2 pouces; on trouvera aussi que la partie *CFGD* (nn) est de 184 pieds quarrés.

Comme nous avons aussi besoin de la figure *BQFC*, remarquez que la ligne *BQ* est moyenne proportionnelle entre les parties *EB* & *BH*, du diamêtre *EH*; ainsi multipliant leur valeur, c'est-à-dire, 6 pieds par 78, on trouvera en extrayant la racine quarrée du produit 21 pieds 6 pouces 6 lignes, pour la perpendiculaire *BQ*, par le moyen de laquelle on aura la superficie du triangle *ABQ*, qui est de 389 pieds 3 pouces; or cherchant aussi la valeur du secteur *EAQ* qui est de 477 pieds 3 pouces, on en retranchera celle du triangle *ABQ*, la difference sera 88 pieds, pour le segment *EBQ*, qui étant aussi retranché de 184 pieds, valeur de *EFCB*, la difference sera 96 pieds pour la partie *BQFC*, par conséquent la valeur de bb. D'un autre côté le centre de gravité de cette partie étant au point *X*, l'on verra que la perpendiculaire *XT*, vient tomber environ à 2 pieds 9 pouces du point *S*, enfin comme nous avons suposé $\frac{nn + bb}{d} = p$, l'on trouvera que p vaut à peu-près 7 pieds 1 pouce, ainsi comme toutes les lettres du premier membre de l'équation $\sqrt{\frac{2fnn}{d} - \frac{2gbb}{d} + pp} - p = y$, viennent d'être déterminées en nombre, si l'on fait les mêmes opérations qui s'y trouvent indiquées, l'on trouvera que y, ou si l'on veut l'épaisseur *PS* de la Culée, doit être de 11 pieds pour soûtenir en équilibre la poussée de la partie de l'Arche qui lui répond.

Re-

Remarque premiere.

42. On pourra ſe diſpenſer dans la pratique d'avoir égard à la partie *BQF*, qui rend ce Probléme aſſés composé, & n'avoir attention qu'au vouſſoir *CFGD* & à la Culée *MS*, alors l'équation ſera beaucoup plus ſimple, puiſque, dans l'état d'équilibre, on aura $fnn - nny = \frac{dyy}{2}$, qui étant réduit donne après avoir dégagé l'inconnu $\sqrt{\frac{2fnn}{d} + \frac{n^4}{dd}} - \frac{nn}{d} = y$, dont le calcul numerique n'eſt pas long, puiſque, pour avoir la valeur de toutes les lettres, on n'aura ſeulement qu'à chercher celle des lignes *LV*, *VB*, & la ſuperficie de la partie *CFGD*; il eſt vrai que l'épaiſſeur de la Culée ſera un peu plus forte qu'elle ne devroit être pour un parfait équilibre, puiſqu'ayant calculé cette derniere équation, j'ai trouvé qu'elle donnoit 13 pieds 2 pouces 8 lignes, au lieu de 11 pieds, pour la valeur de y; mais comme ce n'eſt pas l'équilibre que l'on cherche, puiſqu'il faut toûjours mettre la puiſſance réſiſtante au-deſſus de l'agiſſante, il vaut beaucoup mieux, comme je l'ai déja dit, faire abſtraction de la partie *BQFC*, pour trouver plus facilement l'epaiſſeur que l'on demande & être plus aſſuré de la ſolidité de l'ouvrage.

Remarque ſeconde.

43. En cherchant l'épaiſſeur qu'il falloit donner aux Culées, nous n'avons point eu égard au poids dont l'Arche pouvoit être chargée au-delà du ſien propre, de la part des materiaux qui doivent compoſer la Chauſſée & des Voitures qui paſſeront deſſus, parce que je laiſſe à la diſcretion de ceux qui ſont chargés de l'execution de ces ſortes d'ouvrages, d'en augmenter l'épaiſſeur autant qu'ils le jugeront à propos: je crois que ſi on l'augmentoit d'un ſixiéme de ce que donne le calcul, que c'eſt la plus grande augmentation qu'on puiſſe faire; c'eſt-à-dire, qu'au lieu de 13 pieds 2 pouces 8 lignes, il faudroit lui donner environ 15 pieds & demi.

Remarque troiſiéme.

44. Nous avons ſupoſé un Pont d'une ſeule Arche, parce que quand il y en auroit davantage, ce ne ſeroit jamais que la pouſſée de la premiere & de la derniere que l'on conſidéreroit pour leur

opoſer

Digitized by Google

opoſer des Culées, puiſque les autres qui ſont compriſes entre celles-ci ſe ſoutiennent mutuellement en équilibre ſur les piles qui les portent, à moins que ces Arches ne ſoient beaucoup plus grandes que celles des extrêmités du Pont ; car alors il pourroit arriver que la pouſſée des petites Arches ſeroit augmentée par celle des autres plus grande.

Remarque quatriéme.

45. Quand on fait des Arches d'une grandeur extraordinaire, & qu'on eſt obligé de donner une épaiſſeur conſiderable aux Culées, on peut, pour diminuer une trop grande quantité de Maçonnerie, donner beaucoup de talud aux extrêmités de la Culée, comme un tiers on un quart de la hauteur, ou y faire des contreforts comme on l'a enſeigné dans les Articles 17. & 20.

Remarque cinquiéme.

46. Si au lieu d'une Arche en plain ceintre on en avoit une ſurbaiſſée, on trouvera l'épaiſſeur qu'il faut donner aux Culées en ſuivant ce qui a été enſeigné dans les Articles 30. & 31. puiſque ſi l'on en excepte quelque particularité qu'il y a ici, & qui ne ſe trouve pas dans les Voûtes, tout le reſte eſt la même choſe.

PROPOSITION SEPTIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver quelle eſt la portée des Vouſſoirs, depuis leur intrados, juſqu'à leur extrados, & quelle doit être la largeur des piles pour toute ſorte de grandeur d'Arche.

47. Dans tous les Edifices où il eſt queſtion de Voûte, il doit regner une certaine proportion dans les dimenſions de leur parties, d'où dépend toute la ſolidité ; par exemple, nous venons de voir au ſujet des Ponts, qu'il falloit qu'il y eût un raport d'égalité entre la réſiſtance des Culées & la pouſſée des Arches; mais comme ces Arches peuvent être de differente grandeur, il faut abſolument que leur épaiſſeur ſoit proportionnée à leur ouverture, afin que celle qui auroit 12 ou 15 toiſes réſiſte auſſi-bien au poids des materiaux & des voitures dont elle pourra être chargée, qu'une autre qui n'auroit que 12 ou 15

 pieds ;

Digitized by Google

pieds ; mais la ſolution de ce Probléme dépend plûtôt de l'intelligence de ceux qui font travailler, que de la Géometrie : c'eſt pourquoi il ſemble que le meilleur parti eſt de s'en raporter à l'experience ; c'eſt-à-dire d'examiner avec attention les anciens monumens de cette eſpece, afin qu'ayant reconnu la qualité des pierres qu'on y a employé, la longueur des vouſſoirs à pluſieurs grandeurs d'Arches différentes, on ſoit en état de calculer une table qui puiſſe ſervir dans tous les cas qu'on peut rencontrer. C'eſt ce que Mr. Gautier a fait : nul n'étoit plus capable que lui de remplir un pareil deſſein ; il a vû & fait la deſcription des plus beaux Ponts qui ont été bâtis en France, tant par les anciens que par les modernes : ainſi, il me ſuffira de raporter la Table qu'il a calculée pour la portée des vouſſoirs ; on verra qu'il a eû égard aux pierres dures & à celles qui ne le ſeroient pas, afin qu'on ait recours à la colomne dont la pierre auroit quelque raport avec celle qu'on veut employer. Ceux, qui n'ont pas une grande connoiſſance des travaux, ſeront peut-être ſurpris de voir dans la colomne où l'on ſupoſe la pierre tendre des vouſſoirs de 8 & même de 9 pieds de longueur, par la difficulté qu'il y auroit d'avoir des pierres d'un ſi grand apareil ; auſſi ne prétend-on pas que ces vouſſoirs ſoient abſolument composés d'une ſeule pierre, puiſque quand on n'en a pas d'aſſés grandes on les allonge pour faire ce qu'on apelle des *vouſſoirs ſans fin*. C'eſt ainſi qu'on en a uſé pour conſtruire le Pont Royal des Thuilleries à Paris.

La largeur, que l'on doit donner aux Piles des Ponts par raport à l'ouverture des Arches, eſt encore une difficulté ſur laquelle les Architectes ne s'accordent point, & que la Geometrie paroît ne pouvoir entreprendre, puiſqu'elle dépend abſolument de la conſiſtance de la pierre : car comme il s'agit de rendre les Piles aſſés fortes pour ſoutenir le poids des Arches, & tout ce qu'elles peuvent porter, il n'y a pas de doute que la pile qui n'auroit qu'une mediocre largeur, & qui ſeroit conſtruite de bonne & grande Pierre de Taille, ne ſoutienne plûtôt une Arche de 15 toiſes d'ouverture, qu'une autre Pile qui auroit deux fois plus de largeur, mais qui n'auroit que le parement de Pierre dure, & le dedans rempli de mauvais moilon, n'en ſoûtiendroit une de huit toiſes. Cependant, il eſt de conſéquence de ſe ſervir de bonne Pierre, pour n'être pas contraint de donner une trop grande largeur aux Piles, parce que ſi le lit de la Rivierre ſur laquelle on veut faire un Pont eſt reſſerré, il eſt à craindre que le courant de l'eau, ſe trouvant gêné, ne renverſe le Pont dans le tems des grandes inondations, comme cela arrive aſſés ſouvent. Un autre inconvenient encore des Piles trop larges ; c'eſt que leurs avant-becs pre-

presentent de grandes faces qui donnent beaucoup de prises aux glaces quand la Riviere charie ; & les chocs violens qui surviennent alors peuvent mettre le Pont en danger, comme cela est arrivé au Pont Marie à Paris. Mais pour suivre une regle qui détermine la largeur des Piles, je crois que celle qui convient mieux est de leur donner la cinquiéme partie de la largeur des Arches ; c'est-à-dire, par exemple, que si l'on a un Pont composé de cinq Arches, & que celle du milieu ait 60 pieds d'ouverture, les Piles qui la soutiendront doivent en avoir 12 de largeur ; que si les Arches collateralles ont chacune à droit & à gauche 50 pieds d'ouverture, les Piles qui leur répondront en auront 10. Il ne faut pourtant pas suivre si constamment cette proportion, qu'on ne s'en écarte quand il se rencontrera quelque circonstance qui pourroit obliger de donner aux Piles plus ou moins de largeur, selon que la bonne ou mauvaise qualité des materiaux l'exigeroit.

Je crois qu'il est à propos de dire que les Arches des Ponts doivent toûjours être en nombre impair, afin qu'il s'en trouve une grande au milieu qui laisse un passage libre au courant de l'eau, & que cette Arche étant plus élevée facilite le passage des Bateaux chargés.

Voilà ce que je m'étois proposé de dire ici sur les Ponts, pour faire mention seulement de quelques régles generales qui avoient raport aux Voûtes ; car, comme leur construction demande des connoissances bien au-delà de celles qu'il faut pour les Edifices ordinaires, nous reprendrons ce sujet dans l'Architecture Ydrolique afin de satisfaire ceux qui ont un interêt particulier de s'en instruire.

Voici la Table dont je viens de parler, où l'on observera que la premiere & la quatriéme colomne comprennent l'ouverture des Arches, qui vont toûjours en augmentant selon la suite des nombres naturels.

TABLE

POUR CONNOISTRE LA PORTE'E DES VOUSSOIRS depuis leur intrados à leur extrados pour toute sorte de grandeur d'Arche.

Ouverture des Arches.	Voussoirs de Pierres dures.			Voussoirs de Pierres tendres.			Ouverture des Arches.	Voussoirs de Pierres dures.			Voussoirs de Pierres tendres.		
pieds.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.
1	1	0	6	1	6	0	28	2	2	0	2	11	6
2	1	1	0	1	7	2	29	2	2	6	2	11	9
3	1	1	6	1	8	4	30	2	3	0	3	0	0
4	1	2	0	1	9	6	31	2	3	6	3	0	10
5	1	2	6	1	10	8	32	2	4	0	3	1	8
6	1	3	0	2	0	0	33	2	4	6	3	2	6
7	1	3	6	2	0	8	34	2	5	0	3	3	0
8	1	4	0	2	1	6	35	2	5	6	3	3	10
9	1	4	6	2	2	3	36	2	6	0	3	4	0
10	1	5	0	2	3	0	37	2	6	6	3	4	6
11	1	5	6	2	4	0	38	2	7	0	3	5	0
12	1	6	0	2	4	6	39	2	7	6	3	5	6
13	1	6	6	2	5	0	40	2	8	0	3	8	0
14	1	7	0	2	6	0	41	2	8	10	3	8	10
15	1	7	6	2	6	9	42	2	9	8	3	9	8
16	1	8	0	2	7	0	43	2	10	6	3	10	6
17	1	8	6	2	8	0	44	2	11	4	3	11	4
18	1	9	0	2	9	0	45	3	0	0	4	0	0
19	1	9	6	2	9	3	46	3	0	10	4	0	10
20	1	10	0	2	9	6	47	3	1	8	4	1	8
21	1	10	6	2	9	9	48	3	2	6	4	2	6
22	1	11	0	2	10	0	49	3	3	4	4	3	0
23	1	11	6	2	10	3	50	3	4	0	4	3	10
24	2	0	0	2	10	6	51	3	4	10	4	4	8
25	2	0	6	2	10	9	52	3	5	8	4	5	6
26	2	1	0	2	11	0	53	3	6	6	4	6	4
27	2	1	6	2	11	3	54	3	7	4	4	7	2

Digitized by Google

SUITE DE LA TABLE.

Ouverture des Arches.	Voussoirs de Pierres dures.			Voussoirs de Pierres tendres.			Ouverture des Arches.	Voussoirs de Pierres dures.			Voussoirs de Pierres tendres.		
pieds.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pieds.	pou.	lig.	pieds.	pou.	lig.
55	3	8	0	4	8	0	88	5	10	6	6	10	3
56	3	8	10	4	8	10	89	5	11	4	6	11	2
57	3	9	8	4	9	7	90	6	0	0	7	0	0
58	3	10	6	4	10	3	91	6	0	10	7	0	10
59	3	11	4	4	11	2	92	6	1	8	7	1	8
60	4	0	0	5	0	0	93	6	2	6	7	2	6
61	4	0	10	5	0	10	94	6	3	4	7	3	0
62	4	1	8	5	1	8	95	6	4	0	7	3	10
63	4	2	6	5	2	6	96	6	4	10	7	4	8
64	4	3	4	5	3	0	97	6	5	8	7	5	6
65	4	4	0	5	3	10	98	6	6	6	7	6	4
66	4	4	10	5	4	8	99	6	7	4	7	7	2
67	4	5	8	5	5	6	100	6	8	0	7	8	0
68	4	6	6	5	6	4	101	6	8	10	7	8	10
69	4	7	0	5	7	2	102	6	9	8	7	9	7
70	4	7	6	5	8	0	103	6	10	6	7	10	3
71	4	8	10	5	8	10	104	6	11	4	7	11	2
72	4	9	8	5	9	7	105	7	0	0	8	0	0
73	4	10	6	5	10	3	106	7	0	10	8	0	10
74	4	11	4	5	11	2	107	7	1	8	8	1	8
75	5	0	0	6	0	0	108	7	2	6	8	2	6
76	5	0	10	6	0	10	102	7	3	4	8	3	0
77	5	1	8	6	1	8	110	7	4	0	8	3	10
78	5	2	6	6	2	6	111	7	4	10	8	4	8
79	5	3	4	6	3	0	112	7	5	8	8	5	6
80	5	4	0	6	3	10	113	7	6	6	8	6	4
81	5	4	10	6	4	8	114	7	7	4	8	7	2
82	5	5	8	6	5	6	115	7	8	0	8	8	0
83	5	6	6	6	6	4	116	7	8	10	8	8	10
84	5	7	4	6	7	2	117	7	9	8	8	9	7
85	5	8	0	6	8	0	118	7	10	6	8	10	3
86	5	8	10	6	8	10	119	7	11	4	8	11	2
87	5	9	8	6	9	7	120	8	0	0	9	0	0

Digitized by Google

CHAPITRE QUATRIE'ME.

Qui comprend des Regles pour trouver l'épaisseur des piés-droits des Voûtes de toute sorte d'espece, par le seul calcul des nombres, pour l'intelligence de ceux qui ne savent pas l'Algebre.

48. JE me suis engagé, au commencement de ce second Livre, de donner des Régles pour trouver l'épaisseur des piés-droits des Voûtes, afin de se passer du calcul Algebrique & contribuer à la satisfaction des personnes, qui, quoique très-habiles d'ailleurs dans l'Architecture Militaire ou Civile, ne s'y sont point apliquées. Quand on écrit pour le public, & qu'il s'agit d'un Ouvrage comme celui-ci, il faut autant qu'il est possible faire ensorte d'être entendu de tout le monde, principalement de ceux qui se contentent de savoir la pratique des choses, & qui veulent bien s'en raporter à la bonne foy d'un Auteur; soûmission qu'il faut avoir necessairement, quand on ne peut en juger par soi-même: car, comme il est une infinité de sujets qu'on ne peut comprendre sans des connoissances préliminaires, il ne dépend pas toujours de lui de se rendre intelligible à ceux qui ignorent le langage dont il est obligé de se servir; ce qui fait, qu'avec les expressions les plus claires, il n'en paroît pas moins obscur. Mais j'espere qu'il viendra un tems où les Geomêtres, les Phisiciens, les Ingenieurs, & les Architectes penseront à peu-près de même. Il y a 80 ans, qu'on savoit à peine ce que c'étoit que l'Algebre: aujourd'hui, il y a peu de personnes qui se mêlent de science, qui n'en sachent assés pour s'en servir utilement; & je ne doute point qu'à l'avenir on ne l'aprenne aussi communément que l'Arithmetique.

Pour remplir parfaitement le dessein que je me suis proposé dans ce Chapitre, je n'y suposerai rien de ce qui a été dit dans les précédens. Je ferai comme si je commençois seulement à parler des Voûtes, ce qui m'obligera à des répétitions indispensables. Mais comme je ne parle pas à ceux qui pourront se passer de ce que je vais dire, ils auroient mauvaise grace de s'en plaindre, d'autant plus qu'ils ne seront peut-être pas fachés de faire usage des pratiques dont il va être question, pour se dispenser d'un calcul plus composé; car il est à propos que l'on sache que les opérations, que l'on

l'on va faire, m'ont été fournies par les formules Algebriques, que l'on a vûes à la fin de chaque Propofition du 2 & 3 Chapitre, & que je n'aurois pû imaginer fans leur fecours: cependant, les calculs en font plus courts que ceux que l'on a vûs dans les Aplications des mêmes Chapitres, parce que j'en ai fuprimé quelque circonftance dont on pouvoit fe paffer; & en cela je me fuis un peu relâché de cette grande précifion que l'on exige en matierre de Géométrie, mais toûjours en faveur de la pratique, c'eft-à-dire, en faveur de la folidité de l'édifice que l'on voudroit conftruire, puifque les épaiffeurs des piés-droits que nous allons trouver auront deux ou trois pouces de plus que n'auroient donné les régles les plus exactes.

PROPOSITION PREMIERE.

PROBLEME.

Trouver l'épaiffeur des piés-droits d'une Voûte en plain-ceintre, pour être en équilibre avec la pouffée qu'ils ont à foutenir.

49. Quand on veut connoître l'épaiffeur qu'il faut donner aux piés-droits d'une Voûte de telle figure qu'elle puiffe être, foit en plain Ceintre, Elliptique, en tiers-point, &c. il faut d'abord être prévenu de quatre chofes effentielles; la premiere, la largeur & la hauteur de la Voûte dans œuvre; la feconde, l'épaiffeur de cette Voûte à l'endroit des reins; la troifiéme, fa figure exterieure; & la quatriéme, la hauteur des piés-droits: enfuite il fuffit de favoir un peu de Géométrie pratique, & la racine quarrée, pour trouver le refte comme on le va voir dans les exemples fuivans.

Premier Exemple.

50. On propofe une Voûte en plain ceintre, dont l'extrados feroit circulaire comme dans la figure 7. qu'il faut confiderer fans fe mettre en peine de la fignificatiou des lignes dont nous ne ferons pas mention; on fupofe que la hauteur *BS* des piés-droits eft de 15 pieds, le raïon *AB* de 12, & l'épaiffeur de la Voûte de 3 pieds, par conféquent le raïon *AE* ou *AF* fera de 15. Cela pofé, pour trouver l'épaiffeur *PS* des piés-droits, il faut fe propofer quatre opérations. PLAN. 4. FIG. 7.

Pour la premiere, il faut chercher la fuperficie des deux cercles qui auroient pour raïon *AB* & *AE*; (c'eft-à-dire 12 & 15 pieds) pren-

Digitized by Google

prendre le quart de leur difference, (& l'on aura 64 pieds quarrés) qu'il faut divifer par la hauteur du pié-droit; (c'eft-à-dire par 15) & le quotient donnera 4 pieds 3 pouces 4 lignes, que nous nommerons premier terme.

Pour la feconde, il faut ajoûter au raïon *AC* la moitié de l'épaiffeur de la Voûte, pour avoir la ligne *AL* de (13 pieds & demi) qu'il faut quarrer & prendre la moitié du produit (c'eft-à-dire 91 pieds 1 pouce 6 lignes) & en extraire la racine quarrée (qu'on trouvera de 9 pieds 10 pouces) qu'on ajoûtera à la hauteur du pié-droit, & l'on aura 24 pieds 10 pouces que nous nommerons deuxiéme terme.

Pour la troifiéme, il faut ajoûter enfemble le premier & le fecond termes, (c'eft-à-dire 4 pieds 3 pouces 4 lignes, & 24 pieds 10 pouces, pour avoir 29 pieds 1 pouce 4 lignes,) qu'on multipliera par le premier (4 pieds 3 pouces 4 lignes) & le produit donnera 124 pieds 6 pouces 4 lignes, pour la valeur du troifiéme terme.

Enfin, pour la quatriéme opération, il faut extraire la racine quarrée du 3 terme, (j'entends de 124 pieds 6 pouces 4 lignes) qui eft à peu-près 11 pieds 1 pouce 8 lignes) & en fouftraire la valeur du premier, (c'eft-à-dire 4 pieds 3 pouces 4 lignes,) la difference, qui eft 6 pieds 10 pouces 4 lignes, fera l'épaiffeur qu'il faut donner aux piés-droits.

Second Exemple.

Planch. 4. Fig. 10.

51. Si l'on avoit une Voûte en plain ceintre, dont l'extrados, au lieu d'être circulaire, fut terminée par deux plans *GH* & *GI*, comme dans la figure 10. l'on trouvera l'épaiffeur de fes piés-droits en faifant encore quatre opérations femblables aux précédentes, puifqu'il n'y aura que la premiere qui fera un peu differente à caufe que la Voûte n'eft pas la même que cy-devant.

Supofant le raïon *AB* de 12 pieds, la hauteur *BS* des piés-droits de 15, l'épaiffeur *FC* de 3 dans le milieu des reins, & que l'angle *HGI* foit droit, on aura le quarré *AFGW*, dont le côté *AF* fera de de 15 pieds.

Cela pofé, pour la premiere opération il faut chercher la fuperficie du quarré *GFAW*, & en retrancher le quart de cercle *CA*, &c. divifer la difference (qui fera 112 pieds) par la hauteur *BS* des piés-droits, (c'eft-à-dire par 15 pieds) & le quotient donnera 7 pieds 5 pouces 7 lignes, pour la valeur du premier terme.

La feconde opération fe fera en ajoûtant la moitié de l'épaiffeur de la Voûte *FC* au raïon *AB* pour avoir la ligne *LA* (de 13 pieds

Digitized by Google

pieds & demi) qu'il faudra quarrer, prendre la moitié du produit, dont on extraira la racine (qui sera de 9 pieds 10 pouces) qu'on ajoutera à la hauteur du pié-droit, pour avoir 24 pieds 10 pouces, valeur du second terme.

Pour la troisiéme opération, il faut ajoûter le premier terme (7 pieds 5 pouces 7 lignes) au second (24 pieds 10 pouces) multiplier leur somme (qui est 32 pieds 3 pouces 7 lignes,) par le premier (7 pieds 5 pouces 7 lignes,) & le produit sera 241 pieds 1 pouce 3 lignes, pour le troisiéme terme.

Enfin, pour la quatriéme opération, on extraira la racine quarrée du troisiéme terme (241 pieds 1 pouce 3 lignes, & on trouvera qu'elle est de 15 pieds 6 pouces 2 lignes,) d'où il faut soustraire la valeur du premier terme, (7 pieds 5 pouces 7 lignes,) la difference sera 8 pieds 7 lignes pour l'épaisseur qu'il faut donner aux piés-droits.

Remarque.

52. Je viens de supofer que l'angle *HGI* étoit droit; mais s'il étoit obtus ou aigu, il faudroit encore chercher la superficie du quadrilataire *AFGW*, & en retrancher toujours le quart de cercle *CA*, &c. car tel que puisse être ce quadrilataire, on aura sans doute l'épaisseur *GB* au sommet de la Voûte, par conséquent la ligne *GA*, & l'autre *AF*, aussi-bien que l'angle *FAG*, qui suffiront pour connoître le reste.

Troisiéme Exemple.

53. Si le dessus de la Voûte étoit terminé par une plate-forme, comme dans la figure 11. il suffira de connoître l'épaisseur *GD* de cette Voûte à l'endroit de la clef, le raïon *AB*, & la hauteur *BS* des piés-droits, pour avoir l'épaisseur *PS*, en faisant encore quatre opérations. PLANCH. 4. FIG. 11.

Pour la premiere, il faut quarrer la ligne *GA* composée du raïon & de l'épaisseur de la Voûte, du produit en soustraire le quart de cercle *CAT*, & divifer la difference par la hauteur des piés-droits, afin d'avoir le premier terme; à l'égard des trois autres opérations comme elles sont toutes semblables à celles des deux exemples précedens, il est inutile de les répéter.

Digitized by Google

PROPOSITION SECONDE.

PROBLÉME.

Trouver l'épaisseur qu'il faut donner aux piés-droits des Voûtes Elliptiques ou surbaissées.

54. Pour avoir une parfaite intelligence de ce Probléme, je conseille à ceux qui ne se sont point apliqués au Chapitre précédent, de lire avec attention l'Article 30. où il est parlé de la maniere de tracer une Ellipse, ce qui leur suffira pour me suivre.

PLANCH. 5. FIG. 8. Ayant une Voûte Elliptique comme dans la figure 8. dont on connoît les demi axes *BH* & *HD*, on commencera par diviser le quart d'Ellipse *BD* en deux également au point *L*, duquel on abaissera sur *DH* & *HB* les perpendiculaires *LK* & *LV*, dont on cherchera la valeur avec le secours de l'échelle; & suposant que *BH* soit de 12 pieds, & *HD* de 8, on trouvera que *LK* ou *VH* est de 7 pieds 6 pouces, & *LV* ou *KH* de 6 pieds 3 pouces; & faisant la hauteur *BS* du pié-droit de 15 pieds, comme à l'ordinaire, il faut pour en avoir l'épaisseur se proposer cinq opérations.

Pour la premiere, il faut dire, comme le quarré de *DH* (de 64 pieds) est au quarré de *BH* (de 144,) ainsi la ligne *KH* (de 6 pieds 3 pouces) est à la ligne *KA*, qu'on trouvera de 14 pieds 9 lignes, qui est le premier terme dont nous avons besoin.

Pour la seconde opération, il faut chercher la superficie des deux Ellipses, dont la premiere auroit pour demi axe *BH* & *HD*, (de 12 pieds & de 8,) & la seconde pour demi axe *HE* & *HG*, (de 15 & de 4, parce qu'on supose que la Voûte a encore 3 pieds d'épaisseur,) on retranchera la petite Ellipse de la grande, & on prendra le quart de la difference (que l'on trouvera de 54 pieds) qu'il faut diviser par la hauteur du pié-droit, le quotient sera 3 pieds 2 pouces 4 lignes, pour le second terme.

Pour la troisiéme opération, il faut ajoûter la ligne *LV* (qu'on a trouvée de 6 pieds 3 pouces) à la hauteur du pié-droit, (pour avoir 21 pieds 3 pouces) qu'il faut multiplier par le premier terme (14 pieds 9 pouces) & diviser le produit par la valeur de *LK*) qui est de 7 pieds 6 pouces,) le quotient sera d'environ 41 pieds 10 pouces pour le troisiéme terme.

A l'égard de la quatriéme, il faut ajoûter le second terme au troi-

troiſiéme (pour avoir 41 pieds 10 pouces,) qu'on multipliera par la valeur du ſecond, (c'eſt-à-dire par 3 pieds 2 pouces,)& le produit ſera à peu-près 144, pour le quatriéme terme.

Enfin, la cinquiéme opération ſe fera en extrayant la racine quarrée du quatriéme terme, (ce qui ſera de 12 pieds) de laquelle il faut ſouſtraire le ſecond, (3 pieds 2 pouces 4 lignes,) & la difference donnera 8 pieds 9 pouces 8 lignes, pour l'épaiſſeur des piés-droits.

Remarque.

55. Si l'extrados de la Voûte, au lieu d'être Elliptique, étoit terminé par deux plans 5. 6. & 5. 4. comme on le pratique aux Magaſins à Poudre & aux Souterains, il faudroit, au lieu de ſuivre ce qui eſt dit dans la ſeconde opération, chercher la ſuperficie du quadrilataire *AF* 5. 3. (formé par l'angle *F* 5. 3. & les deux lignes *AF* & *A* 3. qui ont été tirées des points *L* & 2 milieux des quarts d'Ellipſes *DB* & *D* 7. au point *A* que l'on a trouvé par la premiere opération,) en ſouſtraire la figure mixtiligne *ALD* 2. & diviſer le reſtant par la hauteur du pié-droit afin d'avoir un quotient qui donnera le ſecond terme: quant aux autres opérations, elles ſont les mêmes que celles dont nous venons de parler. FIG. 8.

PROPOSITION TROISIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits des Voûtes en tiers-points.

56. Ayant une Voûte en tiers-point dont on veut connoître l'épaiſſeur des piés-droits, il faut ſavoir d'abord à quelle diſtance les centres *G* & *H*, qui ont ſervi à décrire les deux arcs de la Voûte, ſont du point *A* milieu de *BI*, leur poſition étant arbitraire dépendant du plus ou moins d'élevation qu'on veut donner à la Voûte, il faut ſavoir comme on les a déterminés & toûjours dans la ligne *BI*; car s'ils étoient au-deſſus ou au-deſſous comme je l'ai vû dans quelque ouvrage aſſés mal conçû, la Voûte ſeroit très-deffectueuſe, parce que ſon impoſte feroit un jarret avec le pié-droit, & auroit beaucoup moins de force pour réſiſter au choc des Bombes, ſi on la conſtruiſoit pour couvrir un Magaſin à Poudre ou quelqu'autre Edifice PLANCH. 6. FIG. 1.

fice Militaire. Nous ſupoſerons donc qu'ils ſont dans le milieu des lignes *BA* & *AI*, qui étant chacune de 12 pieds *HB* ou *HD* ſera de 18, & *HA* de 6. de l'autre côté faiſant la Voûte de 3 pieds d'épaiſſeur, & donnant encore 15 pieds à la hauteur *BS* des piés-droits, on trouvera le reſte en ſuivant les cinq opérations que voici.

Pour la premiere opération, il faut chercher par la trigonometrie l'angle *AHD* du triangle rectangle *DAH*, duquel on connoît les deux côtés *DH* & *HA*, (& on trouvera qu'il eſt de 70 degrès 30 minutes.

Pour la ſeconde, il faut chercher la ſuperficie des deux cercles qui auroient pour raïon *HB* & *HE* (de 18 & de 21 pieds,) en prendre la difference (qu'on trouvera de 368 pieds quarrés,) enſuite dire, comme 360 degrés eſt à la valeur de l'angle *DHB* (de 70 degrés 30 minutes, que l'on a trouvé dans l'opération précédente,) ainſi la difference des deux cercles (368) eſt à un quatriéme terme (qu'on trouvera de 71 pieds 6 pouces 8 lignes) qu'il faut diviſer par la hauteur (15) des piés-droits, & le quotient ſera 4 pieds 9 pouces 3 lignes, pour le premier terme.

Pour la troiſiéme, on tirera la ligne *HF* par le milieu *C* de l'arc *BD* (qui donnera 35 degrés 15 minutes pour l'angle *LHV*, par la premiere opération) & du point *L* milieu de *FC*, on abaiſſera la perpendiculaire *LV*, on aura le triangle rectangle *LVH*, duquel on connoît les angles & le côté *HL* (de 19 pieds & demi,) ainſi par les calculs ordinaires on trouvera 11 pieds 3 pouces pour le côté *LV*, & 16 pieds pour l'autre *VH*; & pour ne pas confondre ces deux grandeurs dans les calculs ſuivans, nous nommerons 11 pieds 3 pouces, ſecond terme, & 16 pieds, troiſiéme terme.

Pour la quatriéme opération, il faut ajoûter le ſecond terme (11 pieds 3 pouces) à la hauteur du pié-droit (& l'on aura 29 pieds 3 pouces,) qu'on multipliera par le ſecond terme même; c'eſt-à-dire par 11 pieds 3 pouces,) diviſer le produit (295 pieds 4 pouces,) par le troiſiéme (j'entends par 16 pieds, ajoûter le quotient (18 pieds 5 pouces 6 lignes) au premier terme, (4 pieds 9 pouces 3 lignes) & multiplier la ſomme (qui eſt 23 pieds 2 pouces 2 lignes) par le premier terme (4 pieds 9 pouces 3 lignes,) le produit ſera environ (110 pieds 9 pouces 9 lignes) pour le quatriéme terme.

Enfin, pour la cinquiéme opération, on extraira la racine quarrée du quatriéme terme; (c'eſt-à-dire de 110 pieds 9 pouces 9 lignes, qu'on trouvera d'environ 10 pieds 6 pouces 2 lignes) d'où il faut ſouſtraire le premier terme, (4 pieds 9 pouces 3 lignes,) la difference

rence ſera 5 pieds 8 pouces 11 lignes, qui eſt l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits.

Remarque.

57. Si l'extrados de la Voûte, au lieu d'être curviligne comme nous le venons de ſupoſer, étoit terminé par deux plans 5. 4. & 5. 6. il faudroit dans la ſeconde opération chercher la valeur du quadrilataire *QF* 5. 3. (formé par l'angle *F* 5. 3. & les deux lignes *QF* & *Q* 3, qui ont été tirées des centres *G* & *H*, pour diviſer les arcs *DB* & *DI* en deux également) en retrancher la figure mixtiligne *QCD* 2, & diviſer le reſtant par la hauteur du pié-droit, le quotient ſera le premier terme. A l'égard des autres opérations, elles doivent être de même que les précédentes.

PROPOSITION QUATRIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaiſſeur qu'il faut donner aux piés-droits qui ſoûtiendroient une Plate-Bande.

58. La Plate-Bande eſt une eſpece de Voûte qui a la figure d'un Plat-Fond; ſon uſage le plus ordinaire eſt d'être employée dans les grands édifices, où il y a des periſtiles, comme au vieux Louvre à Paris, ou bien on s'en ſert aux Portes-Cocheres; & alors comme cette Voûte a beaucoup de pouſſée, on peut, pour la ſoulager du poids qu'elle auroit à porter, faire un arc de décharge comme je l'ai dit ailleurs. Mr. Abeille, Ingenieur du Canal de Picardie, a imaginé une conſtruction de plate-bande fort ingenieuſe; la coupe des Clavaux en eſt ſinguliere, & contribuë beaucoup à diminuer la pouſſée que les piés-droits auroient à ſoûtenir: j'en aurois volontiers fait la deſcription, ſi elle étoit venuë à ma connoiſſance avant que les Planches de ce ſecond Livre fuſſent gravées. PLANCH. 6. FIG. 2.

Quand on veut conſtruire une plate-bande *LDEF*, on décrit ſur la ligne *LF* qui en doit déterminer l'étenduë, un triangle équilateral *LAF*, dont le point *A* ſert de centre pour trouver la coupe des Clavaux, ainſi les lignes *LD* & *EF*, (qui ne ſont autre choſe que les côtés du triangle prolongé,) marquent les joints des deux derniers Clavaux qui s'apuyent ſur les couſſinets, deſorte que c'eſt le Trapeze *LDEF*, qui cauſe la pouſſée que les piés-droits ont à ſoûtenir: or ſi l'on ſupoſe la ligne *LF* de 24 pieds, l'épaiſſeur *CK* de 3, & la hauteur

Digitized by Google

teur *LS* des piés-droits de 15, il faut pour en trouver l'épaisseur se proposer quatre opérations.

La premiere est de chercher la valeur de la perpendiculaire *AK* par le moyen du triangle *LAK*, dont le côté *LA* étant double de *LK*, l'un sera de 12, & l'autre de 24, qui donneront 20 pieds 9 pouces 4 lignes pour *KA*, que nous nommerons premier terme.

La deuxiéme, est de chercher la superficie du Trapeze *LDCK*, (que l'on trouvera d'environ 38 pieds 3 pouces,) qu'il faut diviser par la hauteur du pié-droit (qui est de 15) & l'on aura 2 pieds 6 pouces 7 lignes, pour le second terme.

Pour la troisiéme il faut diviser la valeur de la ligne *AK*, (c'est-à-dire 20 pieds 9 pouces 4 lignes,) par le quart de la largeur *LF* de la plate-bande (qui est 6) multiplier le quotient (3 pieds 5 pouces 6 lignes,) par la superficie du Trapeze *LDCK* (que l'on a trouvé dans la seconde opération de 38 pieds 3 pouces) & le produit sera 2 pieds 3 pouces 4 lignes, pour le troisiéme terme.

Enfin, pour la quatrieme opération, il faut quarrer le 2e terme (2 pieds 6 pouces 7 lignes) & ajoûter le produit (6 pieds 5 pouces 9 lignes) au troisiéme, (2 pieds 3 pouces 4 lignes) de la somme (qui est 138 pieds 9 pouces 1 ligne) extraire la racine quarrée (qui sera de 11 pieds 9 pouces 4 lignes,) de laquelle retranchant la valeur du second terme, (j'entends 2 pieds 6 pouces 7 lignes) la difference 9 pieds 2 pouces 9 lignes, sera l'épaisseur qu'il faut donner aux piés-droits pour soûtenir la poussée de la plate-bande dans l'état d'équilibre.

Remarque.

58. Quoique les Regles, que nous venons d'enseigner dans les quatre Problémes précédens, ayent donné un peu plus d'épaisseur qu'il ne faloit aux piés-droits pour être en équilibre avec la poussée qu'ils avoient à soûtenir, on prendra garde que cette petite augmentation ne suffit pas dans la pratique où il faut que la puissance résistante soit toûjours beaucoup au-dessus de celle qui agit, afin que l'ouvrage en soit plus solide; c'est pourquoi il est à propos d'en augmenter l'épaisseur d'un sixiéme de ce qu'on aura trouvé par le calcul; ou bien, si on l'aime mieux, on pourra sans y faire aucune augmentation fortifier les piés-droits par des contreforts, qui est le parti le plus convenable & le plus conforme à l'usage, du moins quand il s'agit des ouvrages qui ont raport à la Fortification, étant les seuls que j'ai envisagé. Car j'aurois pû dans les Chapitres précédens, aussi-bien que dans celui-ci, parler de la construction des Voûtes des Eglises

&

Digitized by Google

& de celles des autres Edifices qui demandent de la légereté & une certaine hardiesse: peut-être même que les idées que j'ai là-dessus pourroient meriter l'attention des Curieux, principalement des Architectes; mais, je n'ai pas voulu m'écarter de mon sujet, ni trop m'étendre sur ce qui auroit pû me distraire des autres parties qui doivent composer la suite de mon ouvrage.

Je ne dirai rien non plus de la maniere de déterminer la longueur des contreforts par raport à leur épaisseur & leur distance, parce que je n'aurois pû le faire que par des opérations très composées; mais comme on peut s'en passer, puisque les personnes qui sont dans l'usage de faire travailler ont ordinairement assés de connoissance pour prendre d'eux-mêmes de justes mesures, les quatre propositions précédentes leur suffiront.

PROPOSITION CINQUIE'ME.

PROBLE'ME.

Trouver l'épaisseur qu'il faut donner aux Culées des Ponts de Maçonnerie pour soûtenir en équilibre la poussée des Arches.

59. Voulant faire un Pont composé d'une Arche en plain-ceintre *BDI*, il faut élever sur le ceintre *A* la perpendiculaire *AG* & diviser le quart de cercle *BD* en deux également par le raïon *AF*; ensuite mener la ligne *MK* paralelle à *EA*, ensorte qu'elle passe par le point *L* milieu de l'épaisseur *FC* de l'Arche, & alors elle déterminera la hauteur la plus convenable qu'il faut donner à la Culée *MPSQ*. Or suposant le raïon *AB* de 36 pieds, l'épaisseur *FC* ou *GD* de 6, & la hauteur *BS* de 12, on trouvera l'épaisseur *PS* de la Culée en faisant les quatre opérations suivantes. PLANCH. 6. FIG. 6

Pour la premiere, il faut quarrer la ligne *AL* (de 39 pieds) prendre la moitié du produit & en extraire la racine (qu'on trouvera de 27 pieds 7 pouces) pour avoir la valeur de chaque côté *LV* ou *VA* du triangle rectangle *LAV*, & l'on aura en même tems la partie *BV* (de 8 pieds 5 pouces qu'il faut écrire à part, parce qu'on en aura besoin dans la troisiéme opération,) ensuite ajoûter ensemble les lignes *LV* & *BS*, pour avoir la hauteur *MP* de la Culée de 39 pieds 7 pouces, qui sera le premier terme.

Pour la seconde, il faut chercher la valeur des deux cercles des raïons *AD* & *AG*, (c'est-à-dire, de 36 & de 42 pieds,) en prendre la difference, & la huitiéme partie de cette difference (qu'on trouvera

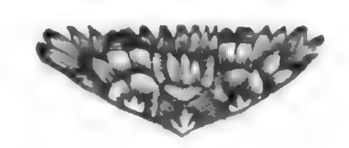
vera de 184 pieds quarrés,) qu'il faut diviser par le premier terme (j'entends par 39 pieds 7 pouces) & le quotient donnera 4 pieds 7 pouces 9 lignes, pour le second terme.

Pour la troisiéme, il faut soustraire la partie *BV* (de 8 pieds 5 pouces qu'on a trouvé dans la premiere opération) du premier terme (39 pieds 7 pouces,) la difference (31 pieds 2 pouces) doubler & l'on aura 62 pieds 4 pouces, pour le troisiéme terme.

Enfin, pour la quatriéme, il faut ajoûter le second terme (4 pieds 7 pouces 9 lignes,) au troisiéme (62 pieds 4 pouces, pour avoir 66 pieds 11 pouces 9 lignes) qu'on multipliera par le second terme, & extraire la racine quarrée du produit (311 pieds qu'on trouvera de 17 pieds 7 pouces 9 lignes,) de laquelle retranchant le second (4 pieds 7 pouces 9 lignes) la difference sera 13 pieds, pour l'épaisseur de la Culée, & si on l'augmente d'une sixiéme, suivant la Remarque précédente, il faudra lui donner 15 pieds 2 pouces pour mieux soûtenir le poids de la Chaussée du Pont & les Voitures qui passeront dessus.

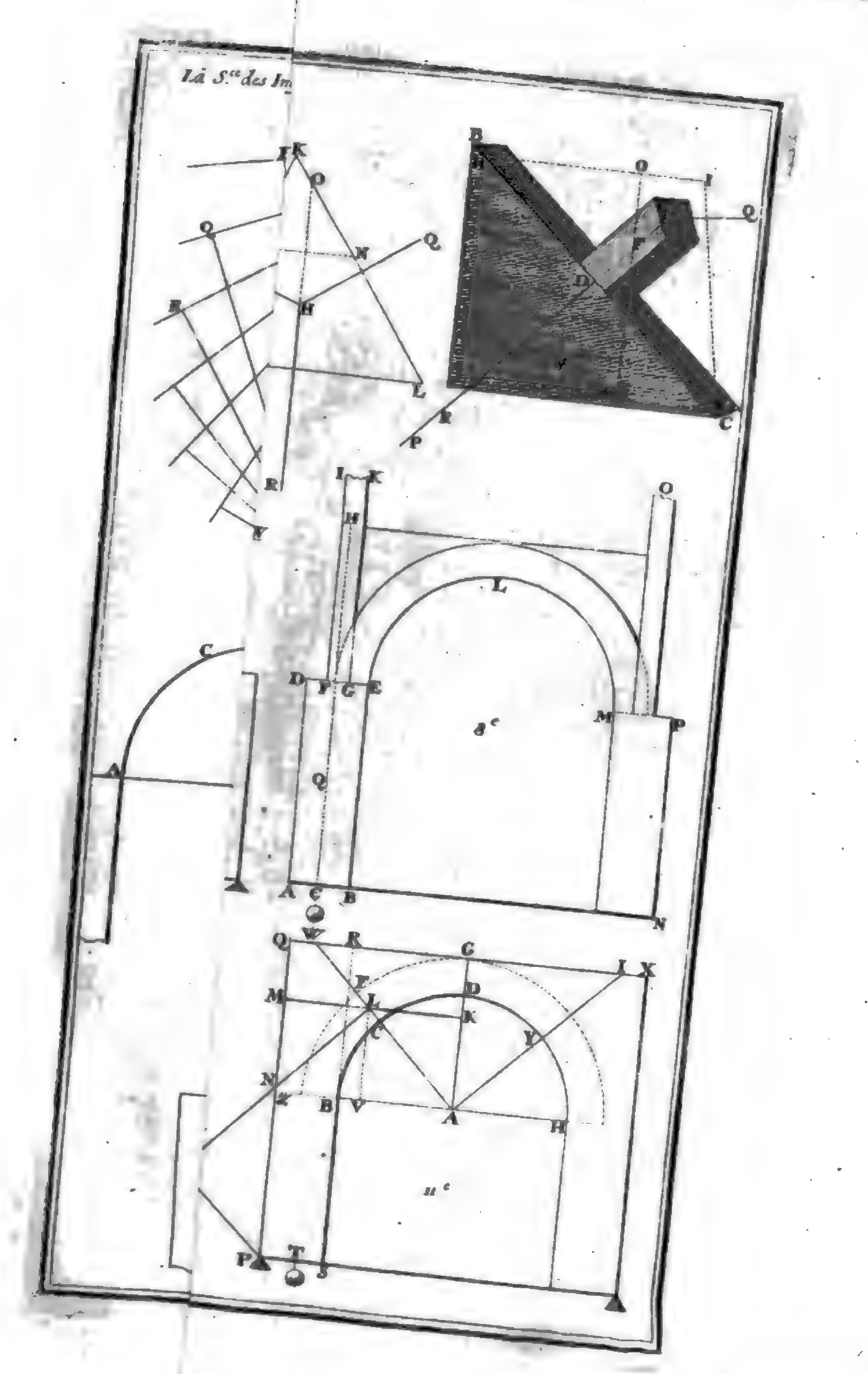
Remarque.

Quoique les calculs précédens soient bien aisés, j'en aurois volontiers dispensé ceux qui n'en ont pas l'habitude, si j'avois pû donner des Tables pour trouver l'épaisseur des piés-droits des Voûtes dans toute sorte de cas; mais, c'est ce qui ne m'a pas parû possible, à cause que les Edifices où on les employe sont sujets à une infinité de circonstances differentes, soit de la part de leur figure, ou de leur solidité, selon les usages auxquels on les destine: & si l'on savoit ce qu'il m'en a coûté pour reduire la Théorie aux Pratiques que je viens d'enseigner, l'on conviendroit que tout bien consideré on n'a pas lieu d'être mécontent de moi, puisque j'ai fait tout ce qui étoit en mon pouvoir pour m'accommoder aux differens genies de mes Lecteurs, comme on s'en apercevra encore mieux dans la suite.

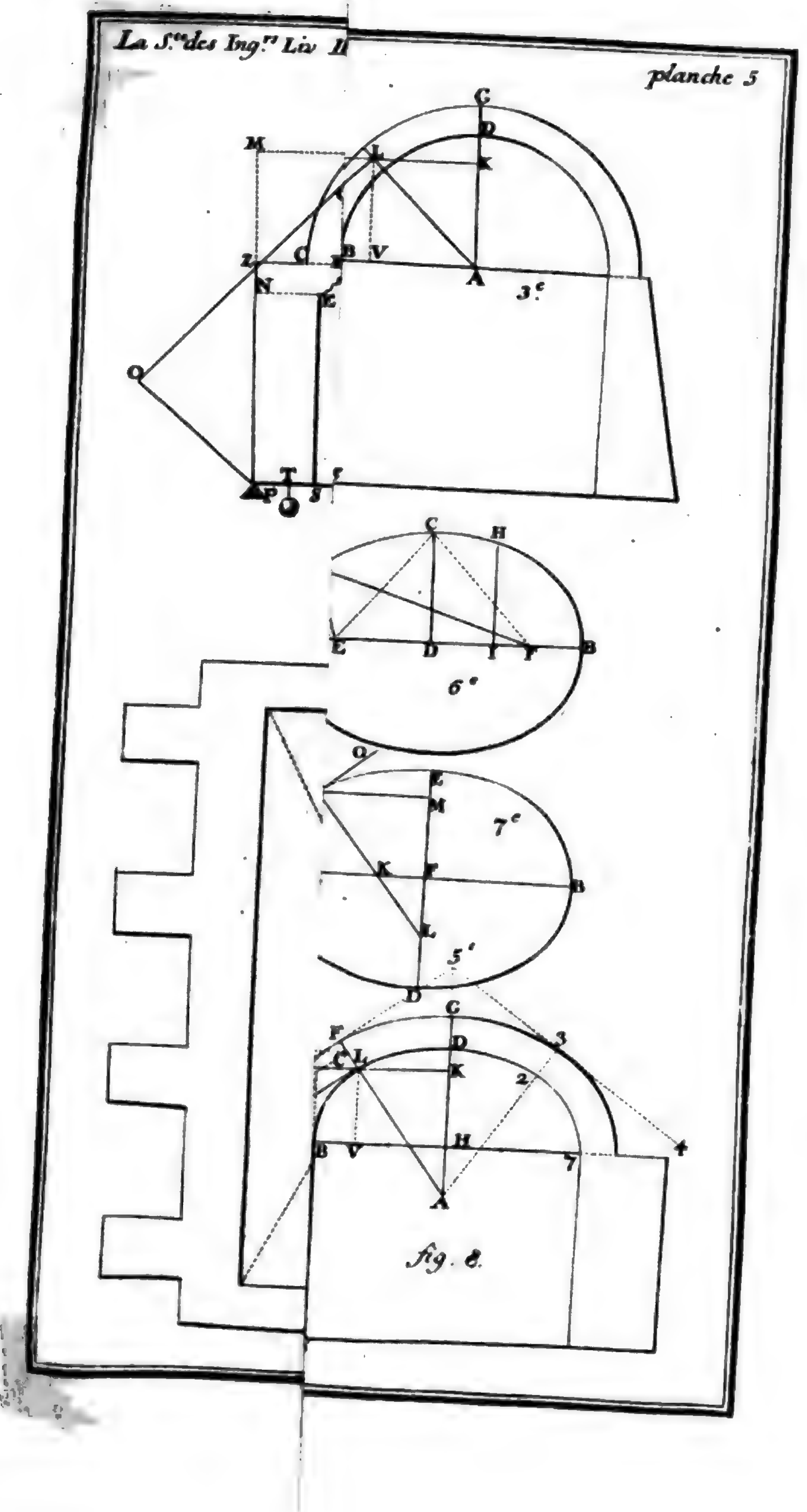


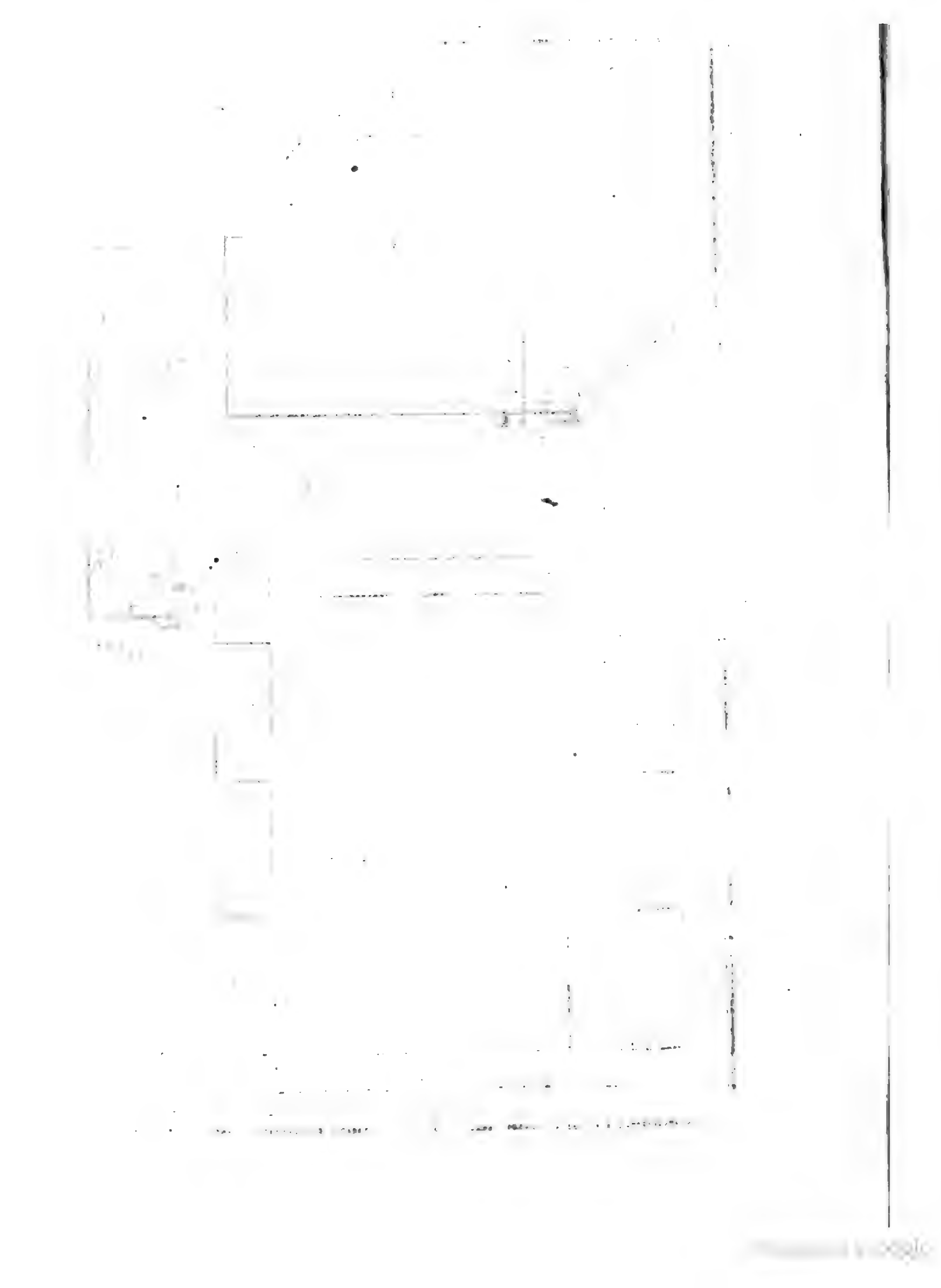
LA

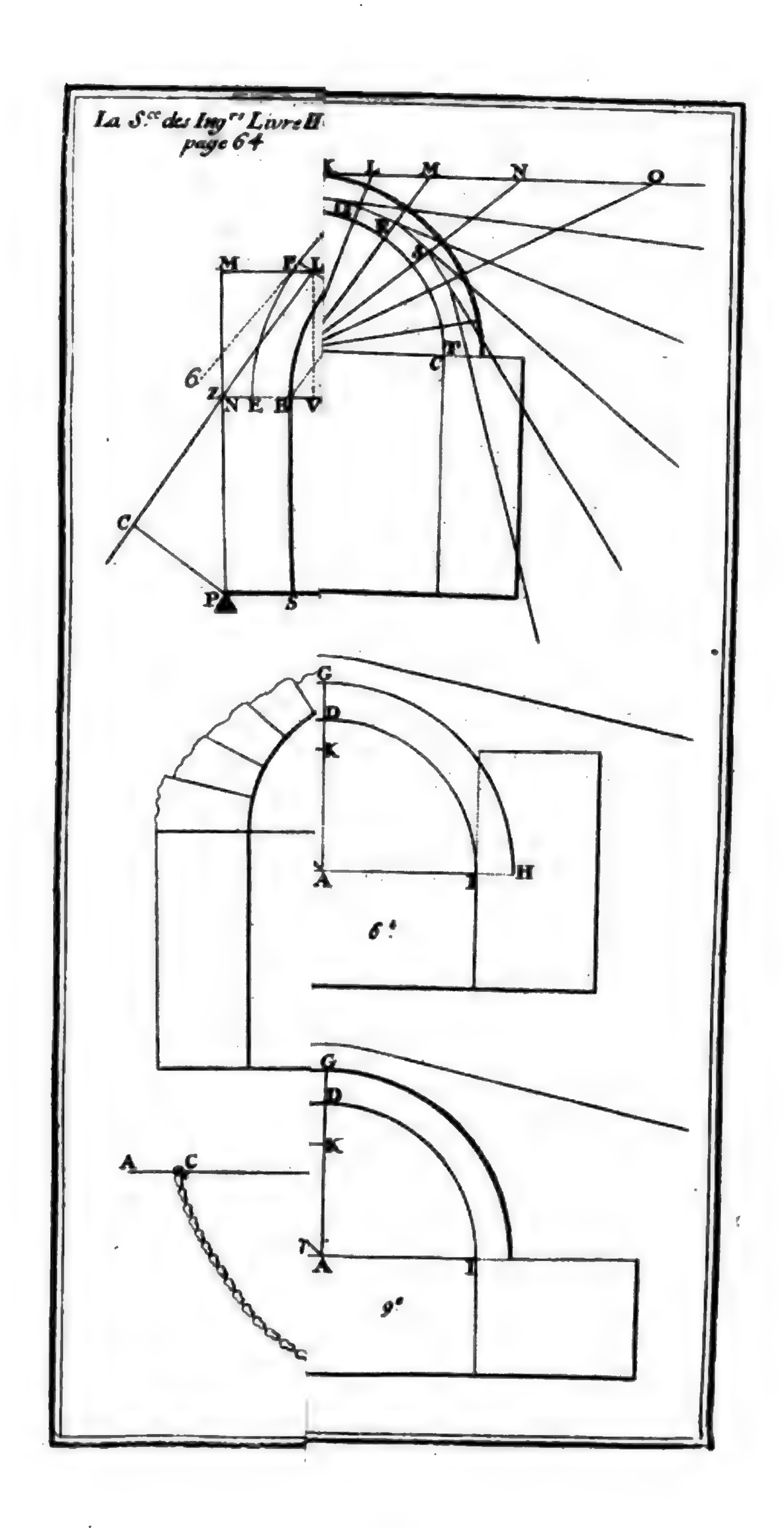
Digitized by Google


Lâ S.te des Im

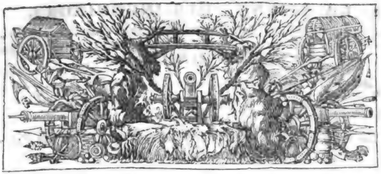
Digitized by Google


La S.te des Ing.rs Liv II
planche 5
3.e
6.e
7.e
5.e
fig. 8.




La S.ce des Ing.rs Livre II.
page 64
K L M N O
D E S
M F L
T C
6 Z N E E V
C
P S
G D K A I H
6.e
G D K A C
7 A I
9.e

Digitized by Google



LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE TROISIE'ME.

Qui comprend la connoiſſance des Materiaux, leur propriété, leur détail, & la maniere de les mettre en œuvre.

AVANT de parler de la Conſtruction des Ouvrages de Fortification, qui vont faire le principal objet de ce Livre, il eſt à propos de donner la connoiſſance des matériaux néceſſaires à leur execution, afin qu'on en ſache diſtinguer les bonnes & mauvaiſes qualitez. Il y a un enchaînement de détails qui font la principale partie de l'Art de bâtir, & qu'on ſe propoſe de bien développer ici: ils paroîtront peut-être groſſiers & peu importans à ceux qui n'ont jamais fait travailler; cependant, ſi l'on fait réflexion que pour executer un projet, il faut dreſſer des Devis

Digitized by Google

qui expliquent les qualitez des matériaux dont il faudra se servir, & la maniere de les employer, l'on verra la necessité d'être bien instruit des sujets qui sont l'objet des Chapitres suivans.

CHAPITRE PREMIER.

Où l'on fait voir les proprietez des differentes sortes de Pierres dont on se sert pour bâtir.

LA Pierre tenant le premier rang parmi les matériaux que nous nous proposons de décrire, il convient de commencer par en expliquer la nature, on en distingue de deux qualitez differentes, l'une dure & l'autre tendre, celle qui est dure est sans difficulté la meilleure, il s'en rencontre pourtant quelquefois de tendre qui résiste mieux à la gelée que l'autre; mais comme cela n'est pas ordinaire, on ne doit pas y compter; car comme les parties de la Pierre dure ont leur pores plus condensez que celles de la tendre, elles doivent être capables d'une plus grande résistance, soit aux injures du tems, ou au courant des Eaux dans les Edifices aquatiques: mais, pour bien connoître la nature de la Pierre, il est à propos de rendre raison pourquoi celle qui est dure, aussi-bien que la tendre, est sujette à la gelée qui la fend & la fait tomber par éclat.

Dans l'assemblage des parties qui composent la Pierre, il y a des pores imperceptibles remplis d'eau & d'humidité, qui, venant à s'enfler dans le tems des gelées, fait effort dans ces pores pour occuper un plus grand espace que celui où elle est resserrée, & la Pierre ne pouvant resister à cet effort, se fend & tombe en destruction; ainsi plus la Pierre est composée de parties argilleuses & grasses, & plus elle doit participer de l'humidité, & par conséquent être sujette à la gelée.

Ce n'est pas seulement la gelée qui détruit la Pierre, on croît que la Lune l'altere, ce qui peut arriver pour les Pierres d'une certaine espece, dont les rayons de la Lune peuvent dissoudre les parties les moins compactes: en ce cas, on pourroit croire que ces rayons sont humides, & que venant à s'introduire dans les pores de la Pierre, ils sont cause de la séparation de ces parties, qui tombant insensiblement en parcelles, la fait paroître moulinée: il en sera au reste tout ce que l'on voudra; mais, ce qui me réjoüit, c'est que si la Lune mange ou mouline les Pierres, la Terre qui doit être une bien

Digitized by Google

bien plus grande Lune, a bien ſa revanche, & les Pierres de la haut ſans doute n'ont pas beau jeu.

Dans les endroits où l'on ſe propoſe de bâtir, on pourra juger de la qualité de la Pierre des Carrieres des environs, par l'examen de celle dont on aura conſtruit quelques anciens édifices; mais ſi l'on vouloit en employer d'une nouvelle Carriere, dont on n'eût pas encore fait uſage, il faudroit en prendre quelques quartiers, tirez de differens endroits de la Carriere, qu'on expoſera ſur une terre humide, pour lui laiſſer eſſuyer la gelée d'une partie de l'hyver, & s'ils réſiſtent dans cette ſituation, on pourra s'aſſurer qu'elle eſt bonne; on peut encore avoir recours à diverſes obſervations, pour connoître ſi elle eſt d'un bon uſage, par exemple on ſe méfiera de celles qui ſont de couleur d'un jaune foncé, parce que ſouvent cette couleur ne vient qu'à cauſe que la Pierre eſt graſſe, ou n'a pas encore jetté ſon eau de Carriere; de celles où l'on apercevra des veines brunes ou rouges, & qui ont une groſſeur conſidérable de *bouzin* ou dont les parties ne ſont pas aſſez ſerrées pour réſiſter aux empreintes qu'on voudroit faire deſſus en les frapant avec une baguette, de celles qui ſont ſi graſſes qu'elles paroiſſent mouliner & qui s'écaillent trop facilement & ſe réduiſent en feüille, dès qu'on les frape avec le marteau; de celles enfin qui ſont trop fraiſchement tirées des Carrieres & qu'on ne peut gueres employer ſeurement quand même elles n'auroient pas les deffauts que nous venons de remarquer, qu'après les avoir expoſées un hyver à la gelée. Mais ſi l'on eſt preſſé il faudra au moins les mettre en œuvre à la fin du Printems, afin que les chaleurs de l'Eté faſſent évaporer l'humidité qu'elles renferment pour être enſuite à l'épreuve des plus rudes ſaiſons.

On jugera de la bonté de la Pierre, ſi elle eſt bien pleine, d'une couleur égale, ſans veine, d'un grain fin & uni, ſi les éclats s'y coupent net & rendent quelque ſon.

Quand on employe la Pierre, il faut faire enſorte de la poſer ſur ſon lit, je veux dire de la même façon qu'elle étoit placée dans la Carriere, parce que ſelon cette ſituation elle eſt capable de reſiſter autant qu'il lui eſt poſſible au poids des gros fardeaux dont elle ſera chargée, au lieu que poſée d'un autre ſens elle s'éclate & n'a pas à beaucoup près autant de force; la plupart des bons Ouvriers connoiſſent d'un coup d'œil le lit de la Pierre; mais, à moins qu'on n'y prenne garde, ils ne s'aſujettiſſent pas toûjours à la poſer comme il faut.

Quand on conſtruit quelque Edifice, où on eſt obligé de ſe ſervir

 vir

Digitized by Google

vir de Pierres de differente qualité, il faut prendre garde d'employer la meilleure, la plus dure, & celle qui resiste le mieux à la gelée, aux endroits qui sont exposez à l'air, reservant celle qu'on soupçonnera n'être pas si bonne, pour les placer dans les fondemens & aux endroits couverts.

Dans les Carrieres la Pierre s'y trouve ordinairement disposée par bancs, dont l'épaisseur change selon les lieux & la nature de la Pierre ; par exemple, celle d'Arcueïl proche Paris porte depuis douze jusqu'à quinze pouces de banc. Il y a d'autres Carrieres aux environs de la même Ville, dont les bancs ont jusqu'à deux pieds & demi, & trois pieds ; mais sans nous arrester davantage là-dessus, il suffit de dire que quand on fait bâtir dans un Pays, où l'on n'a point une parfaite connoissance de toutes ces particularitez, il faudra s'en instruire sur les lieux, afin de pouvoir circonstancier, dans le Devis, de quelle Carriere les Pierres devront être tirées, afin qu'elles conviennent à l'Ouvrage que l'on a dessein d'executer.

Quand la Pierre, que l'on veut mettre en œuvre, est composée d'assez gros quartiers, pour être taillée de telle figure que l'on veut, on la nomme Pierre *de taille* : à l'égard de celle dont on ne fait qu'ôter le bousin, & qu'on équarit grossierement pour être employée au remplissage des gros murs, & dans les fondemens, on l'appelle *moîlon*, que l'on tire des Carrieres, dont les bancs n'ont pas assez de hauteur pour pouvoir être taillées & employées au parement.

Il s'employe aux environs de Paris un moîlon qu'on nomme Pierre de *Meuliere*, qui est fort dure & fort poreuse, & qui fait une Maçonnerie excellente, parce que le mortier s'y attache mieux qu'à toute autre sorte de Pierres ; & c'est par cette raison que la Brique, quand elle est bonne, vaut mieux pour l'union de la Maçonnerie, que la plûpart des Pierres dures, parce que le mortier s'insinuë dans ses pores & s'y attache fortement.

On se sert encore pour les fondemens d'une autre espece de Pierre plus dure que le moîlon, qu'on nomme *libage* : elle se tire du ciel des Carrieres ; on l'employe brute, ne pouvant être taillée proprement, à cause quelle est toûjours d'une forme irréguliere.

Le *Grès*, qui est un espece de Roche, se trouve presque toûjours à découvert, & c'est ce qui contribuë à sa dureté ; car en general toutes les Pierres qu'on trouve sans creuser beaucoup en terre sont plus solides que celles que l'on tire du fond des Carrieres ; & c'est à quoi les Anciens s'attachoient beaucoup, puisque, pour rendre leurs Edifices d'une plus longue durée, ils se servoient de Pierres provenant des entamures des Carrieres qu'on découvroit ;

on

Digitized by Google

on diſtingue de deux ſortes de Grès, le dur & le tendre; le dur n'eſt bon que pour paver les ruës & les grands chemins, le tendre ſe coupe & ſe débite comme les Pierres ordinaires, on l'employe au ſoubaſſement des gros murs, principalement pour ceux qui ſont baignez des eaux, ſon deffaut eſt de ne pas faire une bonne liaiſon c'eſt pourquoi on fait des hachures dans les joints pour que le mortier s'y acroche mieux, ces joints ſe rempliſſent en dehors avec du ciment, parce qu'il s'attache mieux à la Pierre dure que le mortier ordinaire.

CHAPITRE DEUXIE'ME.

Où l'on conſidere les qualitez de la Brique & la maniere de la fabriquer.

LA Brique étant une eſpece de Pierre artificielle, dont l'uſage eſt très fréquent dans les Conſtructions des Edifices, particulierement pour les Fortifications, nous en allons faire le détail, qui, quoique groſſier en apparence, ne laiſſe pas d'être utile à ſavoir, à ceux qui ont la conduite des travaux, pour qui les moindres choſes ne doivent pas être indifferentes, quand elles peuvent contribuer à la perfection de leur métier.

Pour bien choiſir une terre propre à faire de la Brique, il faut qu'elle ſoit graſſe & forte, de couleur blanchâtre, ou griſâtre, ſans qu'il s'y rencontre de petits cailloux ni gravier; il y en a auſſi de la rouge qui peut ſervir au même uſage; mais elle n'eſt pas des meilleures, parce que les Briques ſont ſujettes à ſe feüilleter & à ſe réduire en poudre à la gelée; mais ſans prendre garde ſcrupuleuſement à la couleur, on jugera qu'une terre eſt bonne pour faire de la Brique, ſi, après une petite pluye, on s'aperçoit qu'en marchant deſſus elle s'attache aux ſouliers, & s'y amaſſe en groſſe quantité, ſans qu'elle s'en détache aiſément; ou ſi, en ayant pétri dans les mains, on ne peut la diviſer qu'avec peine.

Après avoir choiſi un eſpace de terre convenable, on la fait foüiller avec la houë, & ayant reconnu qu'elle eſt également bonne par-tout, on attend le tems de la pluye, parce qu'en étant bien imbibée, on la corroye enſuite avec la houë & le rabot, après quoi on la laiſſe repoſer pendant quelque tems, au bout duquel on recommence la même choſe, ce que l'on fait quatre ou cinq

fois à diverſes repriſes: on commence ordinairement la préparation des terres dans le mois de Mars; mais il vaudroit mieux la faire dans l'hyver, parce que les petites gelées ſont excellentes pour les bien corroyer: le veritable tems pour faire la Brique eſt pendant les mois de May & de Juin, parce que dans cette ſaiſon elle a tout le tems de ſeicher, pour être enſuite plus propre à mettre au Four; car il faut autant qu'il ſe peut éviter la ſaiſon trop avancée, les Briques faites alors n'étant pas ſi bonnes à beaucoup près que celles qui ſont faites en Eté.

Ce n'eſt pas aſſez d'avoir inſinué ce qui peut contribuer à faire de bonnes Briques, il faut encore diſcerner les bonnes & mauvaiſes qualitez de celles qui ſe trouvent en Magaſin, puiſque c'eſt de-là que dépend la durée de l'ouvrage qu'on veut éxécuter. Vitruve raporte que de ſon tems, dans la fameuſe Ville d'Utique, le Magiſtrat, pour empêcher toute male-façon, ne permettoit pas qu'on en employàt pour aucun Edifice, qu'il ne les eût viſitées auparavant & donné ſon approbation: on s'aperçoit bien que cette ſage police n'eſt plus d'uſage parmi nous, puiſqu'à la confuſion de la plûpart des Entrepreneurs, l'on voit tous les jours des Bàtimens menacer ruine, avant pour ainſi dire d'être achevez.

La Brique, qui eſt d'une couleur jaune, aprochant un peu d'un rouge pâle, eſt bonne, parce qu'ordinairement elle a été faite d'une terre graſſe, comme eſt celle dont nous venons de parler. On connoîtra encore la bonne Brique au ſon, car celle dont il ſera le plus net ſera préférable aux autres dont le ſon eſt ſourd. Il arrive aſſez ſouvent que des Briques faites d'une bonne terre, & préparées également, ſont de differentes couleurs, & par conſéquent de differentes qualitez, & cela ſe diſtingue ſur-tout quand on en voit qui ſont plus rouges les unes que les autres, qui n'en ſont pas pour cela meilleures, mais au contraire, puiſqu'elles ſont d'une très-mauvaiſe qualité, parce qu'elles ont été placées dans le Four à des endroits où le feu n'a pas eù aſſez de force pour les cuire, ce qui fait qu'elles ne réſiſtent pas à la gelée ni au poids dont elles ſont chargées, ſe caſſant & ſe réduiſant en poudre facilement.

Enfin, la preuve la plus ſûre pour connoître la bonté de la Brique, quand il s'agit de quelque Ouvrage d'importance, dont on peut differer l'execution d'une année, c'eſt de coucher celles que l'on veut employer, ſur la terre pendant l'hyver, pour y eſſuyer la gelée, parce qu'alors celles qui y auront réſiſté ſans ſe feüilleter, & auſquelles il ne ſera arrivé aucune alteration conſiderable, pourront être miſes en œuvre en toute ſureté.

La

Digitized by Google

La grandeur ordinaire des Briques eſt 8 ou 9 pouces de longueur ſur 4 ou 5 & demi de largeur & 2 d'épaiſſeur; ces dimenſions ſont le plus en uſage, parce qu'elles rendent les Briques fort commodes pour être miſes en œuvre.

Quand les Murs n'ont qu'une médiocre épaiſſeur, on les détermine par le nombre des Briques qu'il faut pour en marquer l'étenduë, tels ſont ceux de deux Briques, d'une Brique & demi, & d'une Brique, dont on ſe ſert pour les Murs mitoyens, ou pour ceux de clôture.

CHAPITRE TROISIE'ME.

Où l'on fait voir les qualitez de la Chaux & la maniere de l'éteindre.

La Chaux pouvant être regardée comme l'Ame de la Maçonnerie, il eſt de la derniere conſéquence d'être bien inſtruit de tout ce qui lui apartient, afin que dans l'uſage que l'on en fera, on parvienne à cette fin principale que l'on doit ſe propoſer en conſtruiſant les Bâtimens, qui eſt de faire enſorte que les matériaux ſoient ſi bien unis qu'ils ne paroiſſent plus compoſer qu'une ſeule Pierre.

La Chaux eſt une Pierre calcinée, qui ſe détrempe avec de l'eau & du ſable, pour en compoſer le mortier: pour faire de la bonne Chaux, il faut ſe ſervir de pierres très-dures, peſantes, & blanches; & de toutes celles qu'on peut employer, il n'y en a point qui en faſſe de meilleure que le marbre, quand on eſt à portée d'en avoir comme dans le Pays où il eſt commun: la Pierre tirée de frais ou nouvellement eſt meilleure à faire la Chaux, que la ramaſſée; & particulierement celle des Carrieres humides & à l'ombre, que celles qui ſont plus ſeiches: les Cailloux qui ſe rencontrent ſur les Montagnes, ou dans les Rivieres & les Torrens, auſſi-bien que certaines Pierres ſpongieuſes & dures qui ſe trouvent quelques fois dans les Campagnes, font une très-bonne Chaux, & l'ouvrage en eſt fort blanc & poli; ce qui fait qu'on s'en ſert ordinairement au crépiſſage des Murs: il y a une Pierre jaunâtre, qui ſe tire aux environs de Boulogne en France, qui fait auſſi une Chaux excellente, & qui eſt la plus eſtimée de toutes celles qu'on peut employer en Picardie & en Artois, où communement elle n'eſt pas trop bonne, parce qu'on la fait avec du moîlon tendre & blanc, qui ne differe gueres de

de la craye, qui eſt la plus mauvaiſe qualité qu'une Pierre puiſſe avoir pour faire de la Chaux.

Le Charbon de terre vaut beaucoup mieux pour cuire la Chaux que le bois; car, non-ſeulement la cuiſſon en eſt plus prompte, mais c'eſt qu'il rend la Chaux plus graſſe & plus onctueuſe.

Quand la Chaux eſt tirée du Fourneau, il faut pour la bien éteindre prendre garde que les Ouvriers y mettent la quantité d'eau néceſſaire, car le trop peu la brûle, & la trop grande quantité la noye, le mieux eſt de la jetter à diverſes repriſes.

L'on connoît, ſelon Philbert de Lorme, que la Chaux eſt bonne, lorſqu'elle eſt bien cuite, blanche, & graſſe, qu'elle n'eſt pas éventée & ſonne comme un pot de terre quand on la frape, qu'étant moüillée ſa fumée paroît épaiſſe, & lorſqu'en la détrempant elle ſe lie au rabot.

Selon ce même Architecte, la maniere de la bien détremper pour faire d'excellent mortier, eſt d'en amaſſer dans une Foſſe telle quantité qu'on en aura beſoin, puis la couvrir également par-tout de bon ſable environ un pied ou deux d'épaiſſeur, enſuite jetter de l'eau par deſſus ſuffiſamment pour faire que le ſable en ſoit bien abreuvé, afin que la Chaux qui eſt deſſous ſe puiſſe fuſer & diſſoudre ſans ſe brûler, ce qui arriveroit ſi on ne lui donnoit pas d'eau ſuffiſamment; ſi l'on s'aperçoit que le ſable ſe fende en quelqu'endroit, & faſſe paſſage à la fumée, il faut auſſi-tôt recouvrir les crevaſſes, & moyennant cette préparation, elle ſe convertira en une maſſe de graiſſe, laquelle étant entamée au bout de deux ou trois ans reſſemblera à un fromage de crême; cette matiere ſera ſi graſſe & ſi glutineuſe, qu'on n'en pourra tirer le rabot qu'avec peine, & fera un mortier d'un excellent uſage pour les enduits des murailles & les Ouvrages de Stuc.

Vitruve remarque, qu'il eſt néceſſaire que les Pierres de Chaux ſoient éteintes depuis long-tems, afin que s'il y a quelques morceaux qui ayent été moins cuits que les autres, ils puiſſent étant éteints à loiſir ſe détremper auſſi aiſément que les autres; car dans la Chaux qui eſt employée en ſortant du Fourneau, & devant qu'elle ſoit parfaitement éteinte, il reſte quantité de petites Pierres moins cuites qui font ſur l'ouvrage comme des puſtules; parce que venant à s'éteindre plus tard que le reſte de la Chaux, elles rompent l'enduit & le gâtent; il ajoûte auſſi que pour ſavoir ſi la Chaux eſt bien éteinte & ſuffiſamment détrempée, il faut y enfoncer un coûteau: s'il rencontre de petites pierres, c'eſt une marque qu'elle n'eſt pas encore bien éteinte; de même, ſi on le retire net, cela ſignifiera

Digitized by Google

ſignifiera qu'elle n'eſt pas bien abreuvée, au lieu que ſi la Chaux s'y attache, on jugera qu'elle eſt graſſe, gluante, & bien détrempée.

Il y a cependant une excellente qualité de Chaux qui ne ſe fuſe point: telle eſt celle de Metz & des environs, où il eſt arrivé que des gens, qui n'en connoiſſoient pas la qualité, en avoient fuſé dans des trous bien couverts de ſable, & l'année ſuivante elle s'eſt trouvée auſſi dure que de la Pierre; il a falu la caſſer avec des coins de fer, & l'employer comme du moïlon. Pour éteindre cette Chaux, on la couvre de tout le ſable qui doit entrer dans le mortier; & l'on jette avec la main de l'eau deſſus, en arroſant, & cela à pluſieurs repriſes. Cette Chaux s'éteint ſans qu'il ſorte de fumée au-dehors: elle fait un ſi bon mortier, qu'à Metz preſque toutes les Caves en ſont faites ſans autre mélange que de gros gravier de Riviere, il n'y entre ni Pierre ni Brique, & cela fait un maſtic ſi dur, que les picques les mieux acerées n'y peuvent mordre, lorſque ce mortier a fait corps.

Dans toutes les obſervations qu'on a faites ſur la Chaux, on a connu que plus elle eſt vive, plus elle foiſonne quand on l'éteint, porte davantage de ſable, fait ſon mortier gras & bon; qu'étant gardée long-tems après avoir été éteinte, pourvû qu'elle ſoit dans des foſſes bien couvertes de ſable, meilleure elle eſt: c'eſt pourquoi les Romains ne vouloient pas qu'on en employât pour leurs Edifices, qu'elle ne fût éteinte depuis deux ou trois ans. On a remarqué encore que la Chaux en pouſſiere ne valoit rien, parce que ſon ſel ayant changé de nature & de vertu, elle n'avoit plus celle de faire corps dans la maçonnerie.

CHAPITRE QUATRIE'ME.

Où l'on explique les qualitez du Sable, de la Pozzolane, & du Plâtre.

APrès avoir montré, dans le Chapitre précédent, les qualitez de la Chaux, nous en allons faire de même pour le Sable, afin qu'étant prévenus de tout ce qui regarde ces deux matieres, on ſache par leur mélange compoſer un bon mortier: il faut pouvoir être Maçon, avant de devenir Architecte; &, puiſqu'il faut néceſſairement paſſer par-là, je prie ceux qui verront les premiers Chapitres de ce Livre de ne point s'ennuyer de la ſterilité des ſujets

jets qu'on y traite: ils doivent s'estimer fort heureux, d'en être quittes pour la lecture.

L'on distingue principalement deux sortes de Sable, dont on peut se servir pour faire le mortier; l'un est le Sable de *Cave*, que l'on nomme ainsi pour faire entendre qu'on le trouve en foüillant dans la terre; l'autre s'apelle Sable de *Riviere*, parce qu'effectivement on le prend dans les lits des Rivieres & des Fleuves. Le Sable de Cave se rencontre assez souvent sans aprofondir beaucoup dans la Terre, où il forme presque toûjours des bancs, dont l'étenduë & l'épaisseur changent selon la différence des lieux, qui lui donnent aussi une couleur différente; mais comme la couleur ne décide rien sur sa bonne & mauvaise qualité, & qu'il est seulement question du grain, il faut, pour être d'un bon usage, qu'il ne soit point gras ni terreux; c'est-à-dire, qu'il ne soit point mêlé avec de la terre; mais au contraire net; ensorte qu'en le frottant entre les doigts il raisonne: celui qui est blanc est ordinairement le moins chargé de terre, & peut s'employer sûrement, ayant attention que le grain en soit d'une certaine grosseur, car quand il est par trop fin & presque imperceptible, il ne fait point de corps avec la Chaux, & le mortier qui en est composé se réduit par la suite en poussiere.

Le Sable de Riviere est à préférer à celui de Cave, parce qu'il est moins gras & beaucoup meilleur pour les enduits; ainsi, quand on est à portée d'en avoir, il faut autant qu'il est possible ne pas le négliger. Il est vray qu'il arrive assez souvent qu'en foüillant pour creuser les fondemens, on en rencontre de Cave, qu'on auroit tort de ne point employer, quand il est bon; parce que se trouvant tout porté sur l'atelier, on évite la dépense de l'aller chercher ailleurs, & le transport de la vuidange des terres qu'il faudroit faire sans cela; mais ce motif, quoique puissant pour ceux qui aiment l'œconomie, ne doit point prévaloir sur le tort que l'on auroit d'employer dans le mortier (comme on fait assez souvent) une terre jaune au lieu de Sable, parce que cette terre aura parû dure & sabloneuse.

Le Sable de Riviere se tire de leurs lits avec des Dragues faites à cet usage: celui qui est sur le rivage n'est pas tout-à-fait si bon, étant sujet à être mêlé & couvert de vazes, qui est une espece de terre grasse qui s'y attache dans le tems des grandes eaux & des débordemens; cependant, quand il s'en rencontre qui ne participe pas de ce mêlange, on peut s'éviter la peine de le pécher, ou bien si la superficie du rivage est chargée de vazes, on en sera quitte pour enlever une espece de croute qui s'y rencontre ordinairement, & pren-

Digitized by Google

prendre le bon sable qui est dessous, afin de l'avoir pur. Il se trouve encore un espece de Sable apellé *gravier*, qui étant purgé de tout ce qui peut le rendre défectueux est aussi d'un bon usage; mais, il est moins estimé que le Sable, parce qu'il n'est pas si menu, étant mêlé de petits cailloux qui ne s'incorporent pas bien avec la Chaux, & par conséquent ne peut faire qu'un mortier peu propre à la liaison des Pierres, à cause de l'épaisseur & inégalité des joints: on peut pourtant s'en servir dans la construction des fondemens & autres gros Ouvrages. Il se trouve sur le bord de la Mer, & dans les Terres, un Sable fort menu qu'on apelle *sablon*, dont on se sert quelques fois comme du Sable ordinaire, mais il n'est pas si bon; cependant, il s'en rencontre d'excellent dans les marais, quand on voit qu'en marchant dessus il en sort de l'eau, ce qui lui a fait donner le nom de sable *bouillant*.

Pour juger du sable dont on est incertain, il faut en jetter dans un vase plein d'eau claire, & le broüiller ensuite avec la main: si l'on voit que l'eau devienne noire & bourbeuse, c'est une marque qu'il est gras & terreux; si au contraire l'eau est presque aussi claire qu'auparavant, ou n'est devenuë qu'un peu trouble, on sera convaincu que le sable est pur & net.

Il se fait encore un mortier de deux especes de poudre. La premiere est la *Pozzolane*, dont la couleur est rougeatre: elle se trouve en Italie, & au Pays de *Bayes*. Cette poudre est très-bonne pour les Bâtimens; & rien au monde ne lie mieux les Pierres que le mortier qui en est fait, non seulement pour la maçonnerie des Edifices qui s'élevent dans les lieux secs, mais particulierement pour ceux qui se fabriquent au fond de la Mer & dans les Eaux, faisant corps peu après avoir été employé, parce qu'elle se durcit dans l'eau, comme nous l'expliquerons plus amplement ailleurs. Je crois que cette poudre n'est autre chose que la terre & le tuf qui sont brûlez par les feux soûterains qui sortent des montagnes, aux environs desquels on la tire; & voici ce me semble la raison de son admirable proprieté.

Comme la Thuille, qui est une composition de terre, n'a point de vertu avant la cuisson pour agir avec la Chaux, & qu'après être cuite & réduite en poudre, elle fait un mortier excellent, de même la terre bitumineuse qui se trouve au Royaume de Naples, étant brûlée par les feux souterains, les petites parties qui en résultent, & qu'on peut regarder comme une cendre, composent la poudre de Pozzolane qui doit par conséquent participer des proprietez du ciment: d'ailleurs, la nature du terrain peut y avoir aussi beaucoup

de part, aussi-bien que l'effet que produit le feu. Il y a aparence que l'on nomme cette poudre Pozzolane, parce qu'elle se trouve dans le territoire de la Ville de *Pozzol*, si fameuse par ses grotes, & ses eaux minérales.

L'autre espece de poudre est faite d'une terre qui se trouve assez près du bas Rhin en Allemagne & aux environs de Cologne, on la cuit comme le Plâtre, ensuite on l'écrase avec des meules à Moulin pour la réduire en poudre, elle est si commune aux Pays-Bas, qu'elle en a retenu le nom, la nommant *Terrasse* de *Hollande*, elle est de couleur grise, & lorsqu'elle est pure & qu'elle n'est point falsifiée, ce qui est assez rare, elle est excellente dans les Ouvrages qui sont baignez des eaux, & résiste également à l'injure des saisons différentes, l'humidité & la sécheresse ne pouvant l'alterer, elle retient les Pierres & les autres matériaux ensemble avec une force & une fermeté inébranlable, ce qui fait qu'on l'employe en France & aux Pays-Bas dans la construction des Ouvrages aquatiques, par la difficulté d'avoir de la Pozzolane à juste prix: la Cendrée de Tournay est aussi merveilleuse, comme nous le ferons voir au Chap. suivant.

On se sert encore, au lieu de sable, de certaine poudre artificielle d'un très-bon usage pour les Bâtimens, on fait piler des fragemens de pots & autres vases de Grais & des morceaux de *mache-fer*, provenans du Carbon de Terre brûlé dans les Forges, lesquels étant réduits en poudre, on y mêle une pareille quantité de Ciment de Pierre de meule de Moulin & de Chaux, dont on compose un mortier excellent qui résiste parfaitement à l'eau si les Ouvrages où on l'employe en sont baignez, comme sont les Ecluses, Ponts, Citernes, Réservoirs, &c. On fait aussi un amas de Cailloux qui se trouvent dans les Campagnes, ou de *galets* qu'on prend sur le bord des fleuves, qu'on met au Fourneau, & après les avoir fait rougir, on les retire, puis on les fait piler & réduire en poudre, ce qui en fait une d'un aussi bon usage que la Terrasse de Hollande.

Il nous reste encore à parler du *Plâtre*, qui est une matiere qui demanderoit elle seule une grande Dissertation, si l'on vouloit entrer dans les causes physiques de ses proprietez; mais, je me trouve malgré moi dans la necessité de passer sous silence bien des Remarques curieuses qui grossiroient cet Ouvrage assez inutilement: j'ai tant de sujets différens à traiter, que j'aprehende en voulant m'arrêter sur certains objets abondans, qu'il ne m'échape d'ailleurs d'autres vûës plus utiles à la perfection du dessein que je veux remplir.

Le Plâtre se fait d'une Pierre de couleur grisâtre qui ne se trouve que dans certains Pays, particulierement aux environs de Paris,

Paris, on la fait cuire au feu comme la Chaux; mais elle en eſt bien differente, car la Chaux ne peut être employée ſans le mélange de quelque autre matiere qui la ſoutienne & lui donne plus de corps qu'elle n'en a naturellement, au lieu que le Plâtre s'employe tout pur, il ſuffit de l'abreuver avec de l'eau, & auſſi-tôt on le met en œuvre, car il a cela de particulier, que s'il n'eſt pas employé ſur le champ après l'avoir abreuvé, il ſe ſéche & ne peut plus s'apliquer contre d'autres corps, ni recevoir les differentes impreſſions qu'on veut lui donner pour faire des ornemens d'Architecture, comme ſa principale qualité eſt de faire corps dans le moment qu'on le met en œuvre, il n'y a point de matiere dont on puiſſe ſe ſervir plus utilement dans la conſtruction des Bâtimens & ſur laquelle on ſoit plus ſujet à être trompé par ceux qui la débitent, tantôt le Plâtre ſera mauvais pour être éventé, tantôt parce que la cuiſſon en aura été mal faite, ce qui arrive le plus ſouvent; car comme celui, qui étoit aux extrêmitez du Four, n'a pas eû un dégré de chaleur ſuffiſant pour être calciné juſqu'à un certain point, il n'y a gueres que celui du milieu, qui l'a été comme il faut, cependant quand la cuiſſon eſt faite, les Chau-fouriers le mélent tout enſemble, & quand il eſt en poudre, celui des extrêmitez du Four eſt confondu avec celui du milieu, ce dernier qui eût été excellent s'il avoit été employé à part, eſt alteré par le mélange qu'on en a fait, & ne vaut pas à beaucoup près ce qu'il étoit auparavant; c'eſt pourquoi dans les Ouvrages de conſéquence qui ſe font avec le Plâtre, il faudroit ne ſe ſervir que de celui qui a été dans le milieu du Four, & avoir pour cela des gens ſur le lieu qui le choiſiſſent, on en ſera quitte s'il le faut à le payer davantage que celui qu'on vend dans les facs; je voudrois même plus, c'eſt que ne pouvant pas compter ſur les Chau-fouriers on ſuivit la cuiſſon depuis le commencement juſqu'à la fin, pour avoir attention que les Pierres ſoyent bien rangées dans le Four; enſorte que les unes ne ſoient pas abſolument embraſées, comme ſont celles qui ſont près le foyer, tandis que les autres qui ſont plus loin ne reſſentent qu'à peine l'action du feu, qui faute de jour n'aura pû s'introduire à la ronde, d'ailleurs la bonne cuiſſon conſiſte auſſi à ménager un dégré de chaleur qui peu à peu déſeichant l'humidité de la pierre faſſe évaporer le ſouffre qu'elle renferme & la purge des parties de terre dont elle peut être mêlée, prenant garde que la violence de la flame ne cauſe un déſeichement abſolu; car comme il y a aparence que la vertu du Plâtre eſt cauſée par un ſel, qui fait que ſes parties s'accrochent les unes aux autres, dès que ce ſel eſt trop déſeiché, il n'y a plus de liaiſon,

& c'eſt ce que j'ai vû pluſieurs fois remarquer à des Plâtriers, qui étoient étonnez de voir qu'ils ne pouvoient pas mettre en œuvre du Plâtre nouveau, dont ils croyoient être ſurs, parce qu'ils étoient convaincus qu'il n'y avoit aucun mélange.

Quand la cuiſſon a été bien faite, il eſt facile de le connoître, parce que pour lors le Plâtre a une certaine onctuoſité & une graiſſe qui cole aux doitgs quand on le manie, au contraire ſi elle a été mal faite, le Plâtre a de la rudeſſe & ne s'attache point comme l'autre, après cela toute bonne que puiſſe être cette cuiſſon, elle devient pour ainſi dire nulle, quand on veut employer du Plâtre qui a été gardé long-tems; car cette matiere reſſemble aux liqueurs exquiſes qui n'ont de ſaveur qu'autant qu'on a eû ſoin de ne pas laiſſer évaporer les eſprits qui en font toute la bonté; ſi le Plâtre n'eſt pas bien renfermé dans des tonneaux, placez dans des lieux ſecs, il s'évente; c'eſt-à-dire, que le ſel qui en fait toute la vertu s'évapore, & il ne reſte qu'une eſpece de cendre qui étant employée ne fait plus corps, ainſi l'état le plus convenable où l'on doit prendre le Plâtre, c'eſt de l'employer au ſortir du Four quand on eſt à portée d'en uſer de la ſorte: l'on remarquera encore que toutes les ſaiſons ne ſont pas propres pour le mettre en œuvre, ſi l'on s'en ſert en Hyver, ou à la fin de l'Automne, les Ouvrages qui en ſont faits ſont de peu de durée, & ſujets à tomber par éclats, parce qu'alors le froid ſaiſit tout d'un coup le Plâtre, il glace l'humidité de l'eau avec laquelle il a été gâché, & l'eſprit du Plâtre étant amorti il ne peut plus y avoir d'union, enfin quand on n'eſt point à portée de prendre toutes les meſures dont je viens de parler pour s'aſſurer de la bonté du Plâtre, on pourra au moins choiſir le meilleur de celui qui ſe trouve en magaſin, puiſque pour le connoître il ne faut qu'en détremper un peu dans la main; celui qui ſe prendra le plus promptement ſera à préférer à d'autre qui ne fera qu'une eſpece de Mortier ſans conſiſtance.

CHAPITRE CINQUIE'ME.

De la Compoſition du Mortier.

NOus avons dit en parlant de la Chaux dans le troiſiéme Chapitre, qu'après l'avoir éteinte dans des baſſins creuſés en terre, il étoit à propos de la laiſſer repoſer long-tems avant de la mêler avec

Digitized by Google

avec le ſable pour faire le mortier, parce qu'en effet rien ne la rend meilleure que cette ſage précaution; mais comme il n'eſt guere poſſible d'en uſer ainſi, à cauſe de l'impatience où l'on eſt d'executer un ouvrage auſſi-tôt qu'il eſt projeté, je vais décrire la façon la plus ordinaire dont on prépare la Chaux afin de pouvoir faire du mortier incontinent après.

L'on fait un petit baſſin en terre, auprès duquel on en creuſe un autre plus grand & plus profond, on met dans le petit une certaine quantité de Chaux ſur laquelle on jette de l'eau pour la broyer avec le rabot, & après qu'elle eſt devenuë liquide, on la fait couler dans le grand baſſin où elle ſe prend enſuite comme un fromage blanc, c'eſt delà qu'on la tire pour la mêler avec le ſable. Ce mélange ſe fait ordinairement de deux tiers de ſable ſur un tiers de Chaux meſurée vive, ou de trois cinquiémes de ſable, ſur deux cinquiémes de Chaux, ſelon qu'elle foiſonne plus ou moins; car quand elle eſt graſſe & faite de bons Cailloux, on peut mettre juſqu'à trois quarts de ſable ſur un quart de Chaux: ce qui n'eſt pourtant pas ordinaire, parce qu'il eſt rare d'avoir de la Chaux aſſez graſſe pour porter tant de ſable: on ne doit tirer le ſable qu'à meſure qu'on l'employe, ſans en faire de proviſion long-tems auparavant, l'experience faiſant voir que le Soleil l'altere, le déſeiche, & lui ôte une certaine graiſſe qui en fait toute la bonté; d'un autre côté la pluye en diſſoud les ſels volatils, & par la ſuite il ſe change en une eſpece de terre qui étant mêlée avec la Chaux ne fait plus corps ni liaiſon dans la maçonnerie. Cependant, il eſt à remarquer que s'il eſt queſtion de faire des enduits, il n'y a point de mal que le ſable ne ſoit pas ſi gras, parce qu'autrement il ſe ſeiche fort promptement, fait gerſer le mortier, & par conſéquent empêche que l'enduit ne reſte poli.

Le ciment ſe mêle auſſi avec la Chaux en plus petite ou plus grande quantité ſelon qu'elle faiſonne plus ou moins, les doſes ſont les mêmes dont nous venons de parler: cependant, l'on fait aſſez ſouvent du mortier compoſé de moitié ſable & moitié ciment, dont l'uſage eſt très-bon pour des Ouvrages qui ne ſont point de la derniere conſéquence, mais qui méritent pourtant quelqu'attention.

Le mortier de Pozzolane ſe fait à peu-près comme celui de ſable; il ſert comme nous avons dit ailleurs pour la conſtruction des Ouvrages que l'on fabrique dans l'eau.

Pour faire le mortier de Terraſſe on choiſit la meilleure Chaux non éteinte, & on en prend autant qu'on en veut employer pendant

Digitized by Google

dant une femaine, on en étend environ un pied de hauteur fur une aire ou batterie, on l'arrofe pour l'éteindre, & enfuite on couvre ce lit de Chaux, d'un autre de Terraffe d'environ un pied d'épaiffeur, on laiffe repofer cette préparation pendant deux ou trois jours, afin de donner le tems à la Chaux de s'éteindre ; après quoi les Manœuvres viennent avec des houës broüiller & mêler enfemble la Terraffe & la Chaux dont ils font un gros tas qu'on laiffe repofer environ deux jours, au bout defquels on broüille de rechef une partie de cette préparation, la moüillant de tems en tems jufqu'à ce qu'on s'aperçoive que le mortier eft de bonne confiftance: & quand on en eft là, on l'employe auffi-tôt aux Ouvrages pour lefquels il eft deftiné ; mais on prendra garde de ne donner cette derniere façon au mortier que la veille du jour qu'on fe propofe de l'employer ; c'eft-à-dire de n'en broüiller qu'autant qu'on aura befoin ce jour-là, obfervant la même chofe pour les jours fuivans tant qu'il y aura de cette compofition dans le tas. Dans plufieurs Provinces on prépare le mortier ordinaire de la même façon qu'on vient de voir pour la Terraffe ; cette pratique n'eft pas mauvaife, & on ne peut que s'en bien trouver.

Outre la Terraffe de Hollande, on fe fert encore en Flandres d'une poudre qu'on nomme communément Cendrée de Tournay, qui s'employe fort utilement pour la compofition du mortier des Ouvrages qui fe font dans l'eau: comme perfonne (à ce que je croi) n'en a bien expliqué les propriétés, & la maniere de l'employer, je vais raporter en peu de mots ce que j'en fçai.

Les environs de Tournay fourniffent une Pierre bleuë très-dure, & qui fait une Chaux excellente ; quand cette Pierre eft dans le Four, il s'en détache des petites parcelles qui tombent fous la grille du Fourneau où elles fe mêlent avec la cendre du Charbon de terre, & comme cette cendre n'eft autre chofe que des petites parties de la hoüille calcinée, c'eft le mêlange qui s'en fait qui compofe la Cendrée de Tournay qui fe débite par les Marchands telle qu'on la tire des Fourneaux.

L'experience faifant voir que la Pierre dure fait toûjours de bonne Chaux & un mortier excellent pour les Ouvrages aquatiques, quand elle eft mêlée avec de la poudre provenante du Charbon ou mâche-fer qu'on tire des Forges, comme je l'ay expliqué dans le quatriéme Chapitre: il n'eft pas étonnant que la Cendrée de Tournay foit merveilleufe pour le même ufage, puifqu'elle participe à la fois des qualités de ces deux matieres ; car je ne doute pas que les petites parties de Charbon qui fe trouvent mêlées avec la Cendrée

Digitized by Google

drée ne contribuent beaucoup à lui donner la propriété de se durcir dans l'eau comme on le verra plus bas ; ainsi, sans m'arrêter à des Dissertations Phisiques, je passe à la maniere de s'en servir.

La premiere attention, que l'on doit avoir avant de la préparer, est de bien balayer le terrain sur lequel on la doit jetter, on l'éteint ensuite dans une espece de bassin avec une quantité d'eau suffisante seulement pour la bien fondre & démêler, après quoi on la passe avec une claye faite de fil d'archal qu'on met au-dessus d'une batterie faite exprès, pavée de pierres plates & unies, & construite de même par les côtés : tout ce qui ne passe pas au travers de la claye est rebuté ; on bat ce qui est dans cette batterie à plusieurs reprises pendant dix ou douze jours consecutifs avec une dame du poids de 30 livres ferrée par le dessous, jusqu'à ce qu'enfin elle compose une pâte bien grasse & bien fine, on l'employe sur le champ, sinon elle peut se conserver plusieurs mois de suite sans rien perdre de sa qualité, pourvû que l'on aye soin de la couvrir ; car le soleil, la poussiere, & la pluye la gâtent ; il faut avoir attention, quand on la rebat pour s'en servir, de n'y mêler que très-peu d'eau & même point du tout s'il se peut ; car à force de bras elle devient grasse & liquide sans qu'on soit obligé de l'humecter de nouveau : ainsi c'est ordinairement la paresse des ouvriers, & non pas la necessité, qui les engagent à y mettre beaucoup d'eau pour la rebattre, ce qui la dégraisseroit peu à peu & diminueroit sa bonté si on n'y prenoit garde.

Il y en a qui pour la préparer se servent de deux bassins, l'un plus elevé que l'autre, tous deux bien pavés & disposés ; ensorte que ce qui est dans l'un puisse couler dans l'autre par une petite grille que l'on a soin de masquer quand on éteint & démêle la cendrée, dès qu'on juge qu'elle l'est suffisamment, on débouche la grille, tout ce qui ne peut pas passer au travers est rebuté, & ce qui coule dans l'autre bassin est destiné à être rebatu comme on vient de le dire.

On se sert de cette cendrée pour la Maçonnerie des Ecluses, Ponts, Acqueducs, Battard'eaux, &c. & generalement dans les Maçonneries ordinaires pour asséoir les Grais & les rejointoyer ; ce qui se doit faire depuis le mois d'Avril jusqu'à la fin de Juillet, parce qu'employé dans ce tems-là il n'éclate jamais, ce qui est une propriété remarquable de la Cendrée ; car la plûpart des cimens sont sujets à gerser ; la Chaux de Boulogne par exemple, qui est excellente quand elle est employée dans l'eau ne vaut rien à sec.

On la mêle quelquefois pour plus de précaution avec un sixiéme de Thuilleau passé au tamis, & je crois que si on la mêloit avec de la Terrasse de Hollande, on pourroit s'en servir avec un succès

C mer-

merveilleux dans la conſtruction des citernes; car je ne doute pas que ces deux matieres enſemble ne compoſent le plus excellent ciment qu'il ſoit poſſible d'imaginer.

Dans les Pays où la bonne Chaux eſt rare, l'on en met quelque fois en œuvre de deux eſpeces ſur les grands atteliers, l'une faite de bonnes pierres dures & l'autre de pierres communes; la premiere comme la meilleure s'employe pour faire ce qu'on apelle le bon mortier dont on ſe ſert pour les ouvrages qui méritent attention, & l'autre pour faire celui qu'on nomme mortier blanc, qui, n'étant pas d'une trop bonne qualité, ne s'employe qu'aux fondations & dans le maſſif des gros murs; on fait encore un mortier que l'on apelle bâtard, parce qu'il eſt compoſé à la fois de bonne & mauvaiſe Chaux dont on ſe ſert auſſi pour les murs d'une épaiſſeur conſiderable; mais il faut prendre garde de ne point en employer dans les ouvrages qui ſont baignés des eaux.

On peut ſe ſervir indifferemment de toute ſorte d'eau pour éteindre la chaux, excepté celle des Marais & les autres bourbeuſes & qui croupiſſent; c'eſt pourquoi on ne doit point permettre aux Maçons d'employer celles qui courent dans les ruës & qu'ils raſſemblent par le moyen d'une petite digue, parce qu'étant chargées d'ordures, elles ne peuvent faire que du mauvais mortier. Autrefois on ne vouloit point ſe ſervir d'eau de la mer, parce qu'on croïoit qu'à cauſe qu'elle eſt ſalée le mortier ne ſéchoit qu'avec peine; mais l'on prétend aujourd'hui que c'eſt une erreur, & qu'elle eſt auſſi bonne & même meilleure que celle de Riviere; mais c'eſt ce que je ne deciderai pas n'en ayant point fait d'experience: je ſçai ſeulement qu'on s'en eſt ſervi dans des endroits où elle a fait du mortier excellent, & dont on s'eſt parfaitement bien trouvé; & que dans d'autres Provinces au contraire le mortier qui en étoit abreuvé avoit toutes les peines du monde à ſécher. Ce qui me fait croire que quand la Chaux eſt forte & graſſe, on peut ſe ſervir de l'eau de la mer; mais que ſi elle eſt d'une mauvaiſe qualité, cette eau la rend encore plus foible: car c'eſt un principe de chimie que de deux ſels differens mis enſemble, il y en a toûjours un qui convertit l'autre en ſa ſubſtance, ainſi il y a aparence que quand les ſels de la Chaux ſont abondants, ils attirent ceux que contient l'eau de la mer, & les diſpoſe à concourir à la coagulation du mortier; mais ſi les ſels de la Chaux ſont en petite quantité, le ſel marin domine & fait un effet tout opoſé.

Quand la Chaux eſt éteinte depuis quelque tems & qu'on la mêle avec le ſable, il faut, pour en faire de bon mortier, mettre le moins

d'eau

Digitized by Google

d'eau qu'on pourra; car à force de la corroyer avec des rabots il devient liquide & séche plus promptement que si il avoit été abreuvé davantage; cependant, il faut faire attention que si le mortier doit être employé avec des pierres qui s'imbibent aisément, il faut le faire plus liquide que quand on s'en sert pour joindre des pierres fort dures.

Il y en a qui pour faire prendre le mortier plus promptement mêlent de l'urine avec l'eau dont on se sert pour le corroyer; mais ce que je sais par experience, c'est que si l'on fait dissoudre du sel Armoniac dans l'eau de Riviere, & qu'on se serve ensuite de cette eau pour corroyer de la Chaux qui auroit été faite avec de bons cailloux, elle compose avec le sable un mortier qui prend aussi promptement que le plâtre, ce qui peut être d'un excellent usage dans les pays où cette matiere est rare; j'ajoûterai que si au lieu de sable on se servoit de la pierre pulverisée, & qui fut de la même dont on a fait la Chaux, le mortier qui en seroit composé seroit incomparablement meilleur quand on voudroit s'en servir au lieu de plâtre.

L'on sait que la principale qualité du mortier est d'unir les pierres les unes aux autres, & de se durcir quelque tems après avoir été employé, pour ne faire plus qu'un même corps avec les autres materiaux. Comme c'est la Chaux qui contribue le plus à cet effet singulier, on demande pourquoi la pierre, ayant perdu dans le Four à Chaux sa dureté, la reprend par le moyen de l'eau & du sable? Comme ceci nous offre une Dissertation assés curieuse, je vais faire ensorte d'en donner la raison.

L'opinion des Chimistes est, que la dureté des corps vient des sels qui s'y trouvent répandus qui servent à lier leurs parties, desorte que selon leur sistême la destruction qui arrive par la suite des tems aux corps les plus durs se fait par la perte de leur sel qui s'évapore insensiblement par la transpiration, & que si par quelque moyen on rend à un corps les sels qu'il a perdu, il reprend sa premiere dureté par la réünion qui se fait de ses parties. Comme il y a mille experiences qui favorisent cette hipotese, je ne ferai nulle difficulté de la recevoir avec le plus grand nombre des Phisiciens.

Quand la pierre est brûlée par la violence du feu, il se fait une évacuation de la plus grande partie de ses sels volatils & sulfurés qui servoient de liens à ses parties, ce qui fait qu'elle devient poreuse & branchue: or comme voilà l'état où se trouve la Chaux en sortant du Four, voyons presentement ce qui peut lui rendre la dureté qu'elle avoit avant d'être calcinée.

Quand la Chaux est détrempée à propos, & qu'on la mêle avec le

le sable, il se fait une fermentation causée par les parties sulfurées qui sont restées dans la Chaux, & qui font sortir du sable une quantité de sels qui se mêlant avec la Chaux en remplissent les pores; (car le sable est plein de sel volatil ainsi que les autres corps) & ce sont ces mêmes sels qui se trouvent en plus grande abondance dans de certains sables plûtôt qu'en d'autres qui font la difference de leur bonne ou mauvaise qualité: delà vient, que plus on broye la Chaux & le sable, & plus le mortier est bon & durcit davantage quand il est employé; parce que le froissement réïteré fait sortir du sable une plus grande quantité de sel; c'est aussi pour cette raison que le mortier, mis en œuvre tout chaud, n'est pas si bon qu'au bout de quelques jours, parce qu'il faut un certain tems pour que les sels volatils puissent passer du sable dans les pores de la Chaux afin qu'il se fasse une union intime de ces deux matieres; cependant il est à remarquer (comme l'experience le fait voir) que quand on laisse le mortier long-tems sans l'employer, il se desséche, & ne fait plus de liaison quoiqu'on y mette de l'eau, parce que les sels se sont évaporés, desorte qu'il ne reste plus qu'une matiere séche, maigre & sans onctuosité; ce qui n'arrive pas quand il est employé à propos, car alors il fait sortir des pierres une grande quantité de sel qui passe dans les pores de la Chaux, pendant qu'elle même s'insinuë dans ceux de la pierre: car quoiqu'il semble en se servant du mortier qu'il n'ait plus de chaleur, la fermentation entretenuë par les parties sulfurées de la Chaux subsiste encore très long-tems après que la Maçonnerie est formée; ce qui se remarque bien sensiblement par la dureté que le mortier acquiert de jour en jour & qui ne cesse de croître avec le tems par les nouveaux sels volatils qui passent de la pierre dans le mortier, par la transpiration que la chaleur dont je viens de parler y entretient; & c'est ce que l'on remarque dans la démolition des anciens édifices par la peine que l'on rencontre à séparer les pierres que le mortier tient uni, jusques-là même qu'on en a moins à les rompre, qu'à les séparer, sur tout quand ce sont des pierres un peu spongieuses dans lesquelles le mortier a pénétré. Je crois même avec Philbert de Lorme, qu'on pourroit rendre cette union de la pierre & du mortier presqu'indissoluble, si l'on faisoit la Chaux avec des pierres de même qualité que celles qu'on veut employer dans le Batiment, parce que les sels volatils qui en sortiroient se trouvant d'une figure propre à remplir les pores qui restent dans la Chaux par la perte qu'elle a fait des siens, le mortier & la pierre ne feroient plus qu'un même corps.

Selon ce raisonnement on voit que les petites parties de Charbon de

Digitized by Google

de Terre, qui se trouvent mêlées avec de la Cendrée de Tournay, doivent faire un merveilleux effet, quand cette Cendrée est battuë avec un peu d'eau; car comme ce Charbon est rempli de parties sulfurées & de sel volatil, il se fait un passage de ce sel dans les pores de la pierre calcinée, ce qui ensuite forme une pâte grasse & onctueuse dans laquelle il s'entretient une fermentation qui fait sortir de la pierre qui est employée avec la Cendrée, des nouveaux sels qui lient & retiennent ensemble la Maçonnerie.

On croit communément que la Chaux a la vertu de brûler certains corps, parce qu'elle en occasionne la destruction; mais, il ne faut pas penser que ce soit la chaleur qui produise effectivement cette destruction: cela vient de ce que la Chaux faisant transpirer les sels qui faisoient les liens de leurs parties, dès que ces sels sont évaporés, ou que la Chaux s'en est revêtuë, les parties de ces corps, n'étant plus entretenuës comme auparavant, se desunissent.

Comme il n'y a point de doute que ce ne soit la grande abondance des sels que contiennent certaines pierres qui les rend plus propres à faire de bonne Chaux, que les autres qui en sont beaucoup moins chargées, cette connoissance fournit un moyen de faire de la Chaux excellente dans les Pays même où elle a coûtume d'être mauvaise comme je vais l'insinuer.

Il faut avoir deux grands bassins, l'un plus élevé que l'autre, & tous deux bien pavés & les bords revêtus de Maçonnerie, on remplit de Chaux le bassin superieur, & on l'éteint pour la faire couler dans l'autre, & quand tout y est passé il faut jetter dessus à peu-près autant d'eau qu'on en a employée pour l'éteindre, ensuite la bien broyer avec le rabot, & la laisser reposer pendant 24 heures: comme elle aura eû le tems de se rasséoir, on la trouvera couverte d'une quantité d'eau de couleur verdâtre, parce qu'elle comprendra presque tous les sels dont la Chaux étoit remplie; il faut prendre toute cette eau & la verser dans un tonneau, & ôter du même bassin la Chaux qui s'y trouve qu'on peut regarder alors comme une matiere qui n'est propre à rien: on met de la nouvelle Chaux dans le bassin superieur, & au lieu de l'éteindre avec de l'eau ordinaire, on se sert de celle qu'on a mis dans le tonneau, & on fait couler comme en premier lieu cette Chaux dans l'autre bassin; ce qui fait que comme elle comprend deux fois plus de sel qu'elle n'en avoit naturellement, elle est incomparablement meilleure qu'elle n'eut été sans cette préparation. S'il s'agissoit de quelque ouvrage de conséquence fabriqué dans l'eau, on pourra, afin de rendre la Chaux encore meilleure, faire à l'egard de cette seconde, ce que l'on a fait

 pour

pour la premiere ; c'eſt-à-dire que l'on jettera encore dans le ſecond baſſin autant d'eau qu'on en aura tirée d'abord, & que l'on broyera la Chaux tout de nouveau pour en faire ſortir les ſels, deſorte que l'ayant encore laiſſée raſſéoir pendant 24 heures, on ſe ſervira de l'eau dont elle ſera ſubmergée pour éteindre la nouvelle Chaux vive qu'on mettra dans le premier baſſin ; quant à celle qui ſera reſtée dans le ſecond, on pourra l'employer aux gros ouvrages où l'on n'y prend pas garde de ſi près, car elle ne ſera pas abſolument ſi deſtituée de ſel qu'elle ne puiſſe encore ſervir. Je connois d'habiles gens qui ont pratiqué pluſieurs fois ce que je viens de dire, & qui s'en ſont bien trouvés; ils m'ont aſſuré avoir fait par ce moyen de meilleure Chaux que celle de Boulogne avec la matiere du monde la plus ingrate : il eſt vrai qu'il en coûtera beaucoup plus ; mais l'œconomie ne doit point prévaloir ſur les moyens de faire les choſes le mieux qu'il eſt poſſible, quand il s'agit de certains ouvrages qui demandent abſolument d'être travaillés avec précaution : par exemple, dans les places où la Chaux eſt fort mauvaiſe, & où l'on remarque que les murs de paremens des ouvrages ſe dégradent au bout de quelques années, parce que le mortier n'a pas aſſez de corps pour réſiſter à l'injure des ſaiſons, l'on pourroit en fabriquer de deux ſortes ; l'un ſuivant les précautions que je viens de dire ſervira à la conſtruction de tout ce qui eſt exposé à l'air ; & l'autre fait comme à l'ordinaire pourra être employé dans le reſte de l'épaiſſeur des murs, & aux contreforts. Car enfin la néceſſité doit rendre ingenieux. Eſt-il, dit qu'à cauſe qu'on eſt dans un endroit où les materiaux ſont mauvais, qu'on ne puiſſe faire de bonne Maçonnerie ? Je ſuis perſuadé que quand on voudra s'en donner la peine on trouvera mille moyens de corriger la nature par le ſecours de l'art.

CHAPITRE SIXIE'ME.

Des détails qui ont rapport à la Conſtruction de la Maçonnerie.

APrès avoir enſeigné dans les Chapitres précédens le choix que l'on devoit faire des materiaux en general, je vais faire voir dans celui-ci les details dans leſquels il faut entrer pour juger du prix des Ouvrages afin d'en paſſer le marché aux Entrepreneurs, nous ne parlerons d'abord que de ce qui peut apartenir à la Maçonnerie,

Digitized by Google

nerie, nous réſervant de faire mention des autres détails aux endroits qui leur conviendront le mieux, pour ne point embraſſer trop d'objets à la fois, nous ne dirons rien non plus des prix, parce qu'ils dépendent des tems & des lieux ſelon que les materiaux ſont rares ou communs, près ou éloignés: circonſtances dont il ſera aiſé de s'inſtruire dans l'occaſion, ainſi je m'attacherai plûtôt à inſinuer l'eſprit du détail, qu'à donner des exemples ennuyeux qui ne ſeroient pas d'une grande inſtruction.

Il faut, avant toute choſe, prendre connoiſſance des differens terrains que la place doit occuper & des matériaux qui ſont à l'uſage du Pays: s'informer des Carrieres de Chaux, de Moîlon, & de Pierre de Taille qui ſont le plus à portée, de même que des lieux d'où l'on pourra tirer le ſable, les terres propres à faire les Briques & les Thuiles, les bois de Charpente, & tout ce qu'on prévoira devoir entrer dans la conſtruction: on viſitera le tout ſoigneuſement, pour faire de juſtes obſervations ſur leur qualité & leur éloignement.

L'examen des differens terrains que la place doit occuper ſera connoître à peu-près quelle ſera leur nature, ſi le fond ſera bon ou douteux, s'il faudra piloter ou non, s'il y aura des épuiſemens d'eau à faire, & pluſieurs autres circonſtances qui augmentent ſouvent ou diminuënt les prix des ouvrages; je ſais que le jugement qu'on peut porter ſur la nature du fond eſt ſujet à erreur, & qu'il n'eſt pas aiſé de répondre de la qualité d'un terrain qui n'eſt pas foüillé & qu'on ne voit point; cependant, avec un peu d'experience, on en peut juger d'abord aſſez ſainement par le coup d'œil & par la ſituation du lieu: ainſi, pour les parties qui ſe trouveront à faire ſur le Roc, ou qu'on préſumera devoir y être fondées, on remarquera à peu-près quel déblais de terre ou de rocaille il faudra faire pour parvenir au fond ſolide, qu'elle eſt la nature du Roc, ſi les pierres des excavations pourront ſervir au corps de la Maçonnerie, ou ſi elles ſeront propres à être employées au parement, méthode cependant qui n'eſt pas des meilleures, comme on l'a experimenté dans pluſieurs places, à moins qu'on ne leur donne le tems de ſe reſſuïer, & de faire connoître leur bonne ou mauvaiſe qualité: avant que de les employer pour les endroits vaſeux ou marécageux, on connoîtra par differentes ſondes les précautions qu'il faudra prendre pour les fondemens, pour le pilotage, & la meſure des bois.

On remarquera auſſi s'il y a moyen de faciliter le tranſport des materiaux par quelque rivierre ou par un nouveau canal, & s'il y aura de la difficulté à ſe fournir des eaux neceſſaires pour la compoſition des mortiers comme il arrive ſouvent dans les lieux élevés, enfin

enfin on examinera toute chose avec attention, & on fera sur chacune les observations qui seront necessaires pour avoir d'avance une idée de tout ce qui pourra entrer dans la Construction de la place.

Pour peu qu'on aura fait travailler dans un Pays on n'aura pas grande difficulté à savoir à combien pourra revenir la toise cube de Maçonnerie, j'entends celle qui sert aux revêtemens des Fortifications, parce qu'il n'y a qu'à s'informer des prix les plus ordinaires de la Chaux, du Sable, de la Brique, & des differentes sortes de pierres qu'il faudra employer, le tout rendu sur l'attelier, & ce qu'il en coûtera pour les préparer & les mettre en œuvre : ou bien quand un Ingenieur va dans une Place où il n'a pas encore servi, il lui sera aisé d'avoir ces sortes d'instructions par ceux qui y sont depuis long-tems ; mais si l'on étoit privé de ces connoissances, & qu'il fallut travailler dans un endroit où l'on ne seroit prévenu de rien, alors il faudroit regarder les choses de plus près, afin d'en juger soi-même pour ne point s'en raporter aux Entrepreneurs & à ceux qui ont interêt que les Ingenieurs n'entrent que légerement dans quantité de petits détails, qui paroissent d'abord ne pas mériter la peine d'être recherchés, mais qui deviennent par la suite d'une grande consequence, sur-tout quand il s'agit de bâtir une Place neuve, puisque sans une extrême œconomie on fait de grandes dépenses superfluës ; or, pour ne point tomber dans un pareil inconvenient, voici en peu de mots à quoi on pourra avoir égard.

Pour commencer par le transport des materiaux, on saura qu'il se régle ordinairement sur la quantité qu'une Voiture en peut porter & des voyages qu'elle peut faire en un jour. C'est pourquoi il faut être prévenu qu'une Voiture attelée de trois chevaux porte environ 1500 livres ; ainsi dès qu'on saura à quelle distance elle est obligée d'aller chercher les materiaux, leurs poids, & ce qu'il en coûtera pour leur charge, on pourra, en fixant ce qu'elle doit gagner par jour, savoir à quoi reviendra le transport de la toise cube, ou le quintal de chaque espece de materiaux : cependant, il vaut beaucoup mieux ne point s'embarrasser de tous les petits détails dont cet article est susceptible, & laisser à la charge de l'Entrepreneur le transport des materiaux ; l'experience ayant fait voir en plusieurs endroits, qu'il en coûtoit la moitié moins que de le faire par œconomie, les Entrepreneurs ayant à leur disposition quantité de choses qui coûteroient beaucoup plus si tout autre qu'eux s'en mêloit.

Quand il y a quelque Riviere portant Bateaux dans l'endroit où l'on veut bâtir, les materiaux se transportent avec bien plus de facilité

Digitized by Google

cilité & moins de dépenses: il arrive même quelquefois, quand le terrain le permet, qu'on fait faire un canal exprès pour le transport des materiaux, comme on l'a pratiqué à la construction du neuf Brisack; & alors la dépense du Canal est répanduë generalement sur le prix que coûtera la Maçonnerie en y comprenant les autres frais de la Navigation, aussi-bien que la charge & décharge des matériaux.

Si on étoit dans le cas de se servir d'une Riviere ou d'un Canal pour le transport, il faudroit savoir la charge que les Batteaux pourront porter selon leur grandeur & leur figure; & pour avoir quelque connoissance exacte sur ce sujet, je conseille le Lecteur de voir ce que j'en ay dit dans la dixiéme partie de mon Cours de Mathématique.

Puisqu'on est obligé de régler la charge des Voitures selon la pésanteur des matieres qu'elles ont à transporter, j'ai crû qu'il étoit à propos de donner ici une Table qui marquât en pieds cubes le poids des principales.

TABLE
DE LA PESANTEUR D'UN PIED CUBE de plusieurs Matieres.

Fer.	580 liv.	Ardoise.	156 liv.
Cuivre jaune.	548	Plâtre.	86
Cuivre rouge.	648	Pierre de Saint Leu.	115
Plomb.	828	Pierre de Liais.	166
Sable de Terre.	120	Pierre bleue de Tours.	125
Sable fort.	124	Marbres.	252
Sable de Riviere.	132	Chaux vive.	59
Argile.	135	Bois d'ozier.	38
Terre grasse.	115	Bois d'Aulne.	$37\frac{1}{12}$
Terre extraordinaire.	95	Bois de Chêne vert.	80
Mortier.	120	Bois de Chêne sec.	60
Brique.	130	Eau de Mer.	$73\frac{1}{2}$
Thuilles.	127	Eau Douce.	70

Tou-

Toutes ces differentes matieres peuvent péser un peu plus ou moins qu'on ne l'a marqué ici, selon le Pays où on les trouve ; mais on s'est conformé à la pésanteur qui leur est la plus ordinaire.

Je crois en avoir assez dit sur ce qui regarde le transport des matériaux ; c'est pourquoi je passe à leur détail, en commençant par celui de la Chaux & du Sable.

Détail de la Chaux & du Sable.

On supose que, par epreuve faite, une toise cube de Pierre produit dix milliers de Chaux ; & comme on met ordinairement huit toises pour la charge d'un four, qui doivent par conséquent produire 80 milliers, il sera aisé de juger ce qu'ils pouront coûter rendus sur l'attelier, en faisant l'estimation du tirage de la Pierre, de sa Voiture au Four, de son arrangement dans le même Four, & la voiturer à l'endroit où on veut la mettre en œuvre.

A l'égard de la quantité de Chaux qui peut entrer dans une toise cube de Maçonnerie tels qu'aux revêtemens des Fortifications, il est assés difficile de la déterminer, parce qu'elle dépend de sa bonne ou mauvaise qualité, aussi-bien que celle du Sable avec lequel elle est mêlée ; mais, communement, il en entre douze quintaux.

On pourra de même juger du prix de la toise cube de Sable, en faisant l'estimation de ce qu'il en coûtera pour le tirage & le transport jusqu'au pied d'œuvre, surquoi il est à remarquer qu'une certaine mesure de Sable pese à peu près le double d'une pareille mesure de Chaux, ce qui doit par consequent doubler le prix de la Voiture.

Il entre dans une toise cube de Maçonnerie environ 30 pieds cube de Sable.

Détail de la Brique.

Pour savoir le prix du millier de Brique rendu sur l'attelier, il faudra faire l'estimation de ce qu'il en coûtera pour tirer la terre, la corroyer, la mouler, la porter sur les banquetes, l'arranger & couvrir de paillaissons, pour la faire sécher & la rouller au Four : j'oublie de dire qu'il faut aussi avoir égard au Sable que l'on étend sur les plates-formes ; ce Sable doit être des meilleurs : il en faut au moins 100 Barreaux pour une Briqueterie de 450 mille, l'on verra ensuite ce qu'il en coûtera pour la cuire, la défourner, & la voiturer jusqu'au pied d'œuvre, l'on prétend que le bois est meilleur pour cuire la Brique que le Charbon de Terre, parce qu'ici il faut un feu clair qui puisse pénétrer de toute part ; mais en récompense le Char-

Digitized by Google

Charbon de Terre eſt excellent pour les Fours à Chaux, comme je l'ai déja dit ailleurs.

Dans une toiſe cube de Maçonnerie de Brique il entre quatre mille ſix cent Briques de 8 pouces de longeur, 4 de largeur, & de 2 d'épaiſſeur, & 520 dans la toiſe quarrée qui auroit une Brique d'épaiſſeur, c'eſt-à-dire 8 pouces; ainſi l'on voit que le mortier occupe à peu-près un cinquiéme de la toiſe cube.

Une Voiture attelée de trois Chevaux porte 400 Briques, qui péſent un peu plus de 1500 livres; car, quand une Brique eſt faite de bonne Terre & bien cuite, elle péſe environ quatre livres, en lui ſupoſant les dimentions dont j'ai parlé plus haut.

Détail du Moîlon.

Pour ſavoir le prix de la toiſe cube de Moîlon, il faut avoir égard à ce qu'il en coûtera pour le déblais néceſſaire à ſa découverte, pour le tirer de la Carriere, pour la charge & décharge, pour la Voiture & la main d'œuvre.

Quand le Moîlon doit être façonné, pour être mis en œuvre, il faudra voir ce qu'il en coûtera par toiſe cube, pour le picquage & ajonturage, indépendamment des autres circonſtances dont nous venons de faire mention, de même l'on pourra eſtimer la toiſe courante de Pierre de Taille en la ſupoſant, par exemple, d'un pied de hauteur ſur 15 de lit ou environ.

Quand la Maçonnerie eſt compoſée de Briques & de Moîlon comme celle des revêtemens des Fortifications, le Mortier occupe à peu-près un ſixiéme de la toiſe cube; car le Moîlon laiſſant moins de vuide que la Brique, il faut moins de mortier que ſi la Maçonnerie étoit toute de Brique.

Ayant trouvé à l'aide des calculs précédens le prix de chaque choſe en particulier, il n'y aura point de difficulté à ſavoir la dépenſe de la toiſe cube de Maçonnerie, dés qu'on ſaura combien il doit y entrer de chaque eſpece de Matériaux, ce qui ſera aiſé en faiſant dans les differens Pays où l'on ſe trouve une analiſe éxacte des profils les plus aprouvés & les mieux dirigés.

L'on voit enſuite ce qu'il en pourra coûter pour chaque toiſe cube pour le Canal, ſi on eſt obligé d'en faire un: on a égard auſſi aux faux frais auſquels les Entrepreneurs pourront être engagés pour les épuiſemens des eaux s'il s'en rencontre, & à pluſieurs autres particularités qui doivent entrer dans la même eſtimation, & moyennant tous ces détails, on pourra ſavoir avant l'execution des ouvrages

vrages si les propositions des Entrepreneurs sont justes ou non, & à quoi l'on peut s'en tenir; même après que les projets sont executés ce qu'ils ont perdu ou gagné, & quel dédommagement le Roy peut leur accorder s'ils avoient fait un mauvais marché, ou s'il s'étoit presenté dans la suite du travail quelque difficulté qu'on n'auroit pû prévoir, comme cela arrive assés souvent.

Le tems qu'on employe pour la construction de la Maçonnerie est encore une connoissance necessaire, si l'on veut se mettre en état d'executer les ouvrages dans le tems prescrit, & repondre aux intentions de la Cour: pour cela, il faut savoir ce que chaque ouvrier peut faire par jour.

Dans un mur épais de 10. à 12 pieds, un bon Maçon peut faire deux tiers de toise cube de Maçonnerie par jour, si le parement est brut; & environ une demi toise seulement, s'il est façonné: mais pour que cette régle ait lieu, il faut que l'ouvrier soit des meilleurs, & qu'il ne perde pas un moment de tems; ainsi l'on peut réduire le travail à cinq huitiémes dans le parement brut, & à trois huitiémes dans le parement façonné; chaque Maçon doit avoir deux Manœuvres pour le servir, quand les matériaux sont éloignés de 15 à 20 toises de l'ouvrage.

Dans un mur de deux pieds d'épaisseur, le même Maçon peut faire aisément une toise quarrée par jour, en s'assujetissant aux échaffaudages.

Pour dire aussi quelque chose sur la maniere judicieuse avec laquelle un Ingenieur doit agir au sujet des particuliers, dont les terres sont comprises dans l'étenduë des ouvrages d'une Place neuve: voici ce qui m'a parû de plus raisonnable.

Pour les Particuliers dont les héritages doivent être occupés par les Fortifications, on ne peut avoir trop d'attention pour leur rendre la justice qui leur est dûë, & pour les dédommager en quelque façon du chagrin de perdre leurs biens; ainsi il ne faut point agir en toute rigueur avec eux, mais bien régler l'estimation, de maniere que le Roy n'y soit point lezé, & que le Particulier n'y perde rien: pour cet effet, après avoir bien examiné & marqué tout ce qui doit être pris de ces heritages, il faut en faire un dessein distingué par des côtes qui désignent ce qui apartient à chacun, & qui soient raportées à la marge avec le nom du Particulier; après toutefois qu'il aura été justifié par titre ou possession suffisante que cet héritage lui apartient. On procede ensuite à l'estimation de la valeur de ces biens, ce qui se fait pardevant l'Ingenieur, le Commissaire des Guerres, & les Magistrats de la Ville ou Communauté, qui choi-

choisissent chacun de leur côté des Experts pour évaluer, sous leur serment, le prix de chaque chose, dont les Magistrats & les interessés donnent acte: après l'estimation faite, on specifie d'abord les Maisons, Jardins, Prés, Champs, & Vergers, chacun suivant sa juste valeur, & on en dresse un acte dans lequel sont raportés les noms des Propriétaires, la quantité des arpens, ou journaux, & le prix auquel chaque héritage est évalué: on dresse un autre acte de la quantité des terres qui ont été ou seront renduës inutiles & mises hors de valeur par les Gazons & Briques que l'on en tirera, ou par le rasement ou comblement de telle & telle partie: on en fait encore un troisiéme qui contient la quantité des Terres qui étoient semencées de seigle, froment, orge, & avoine, &c. avec l'estimation de chacun de ses fruits suivant le prix de l'année courante; le tout certifié par les Maire & Jurés du lieu, par les Experts, l'Ingenieur, & le Commissaire des Guerres: enfin, tous ces Etats étant reglés, on les envoye à l'Intendant de la Province, qui, en conséquence des ordres de la Cour, les renvoye au Trésorier de la Place, & en ordonne le payement, que chaque Particulier signe en marge à côté de l'article qui le concerne & déclare avoir reçû en presence du Commissaire des Guerres.

CHAPITRE SEPTIE'ME.

Qui comprend plusieurs Instructions sur l'établissement & la conduite des Travaux.

LA conduite des grands Travaux embrasse tant de choses à la fois, qu'on peut dire qu'il n'apartient qu'aux Ingenieurs du premier ordre d'entrer dans tous les détails sans perdre de vûë les sujets essentiels du projet que l'on veut executer. C'étoit une des grandes qualités de Mr. le Marêchal de Vauban; & on ne peut voir sans étonnement, qu'occupé sans cesse (comme il l'étoit) à tout ce qui pouvoit contribuer à la sûreté de l'Etat & au bonheur des Peuples, il ait pû descendre à l'examen d'une infinité de petits sujets qui paroissoient ne pas mériter son attention: mais, les genies superieurs n'aprehendent jamais de se dégrader, leur conduite est toûjours justifiée par le fruit que l'on tire de leurs réflections, en effet on ne peut rien de plus sage & de mieux entendu que les réglemens que ce grand homme nous a laissés sur quantité de choses, particulie-

Digitized by Google

culierement ſur l'ordre & l'arrangement que l'on doit ſuivre dans la Conſtruction des Fortifications ; & comme je me ſuis propoſé d'en parler dans ce Chapitre, j'aurai recours à ſes écrits pour répondre à l'eſtime que le Public fait de tout ce qui vient de lui.

Les Fortifications, dit-il, ſe font ordinairement par des entrepriſes generales ou particulieres, ou par détail ou par courvées impoſées ſur le Pays, & le plus ſouvent par un compoſé de toutes ces manieres enſemble.

Quand on pourra trouver des Entrepreneurs ſolvables, & de capacité à pouvoir embraſſer une entrepriſe generale, on fera bien de traiter avec eux : mais il eſt très-rare de rencontrer des têtes aſſés fortes pour ſoûtenir un fardeau auſſi péſant que celui d'une entrepriſe generale ; car la précipitation avec laquelle on fait ordinairement les ouvrages, & la durée de telles entrepriſes, réduiſent ſouvent l'Entrepreneur à ne ſavoir plus où il en eſt : c'eſt pourquoi il vaudroit mieux s'en tenir aux entrepriſes particulieres, qui peuvent s'achever en peu de tems.

On doit auſſi remarquer, que quand il s'agit de paſſer des marchés pour des ouvrages conſiderables, il eſt bon de le faire dans les formes, mais non pas de les donner à tous ceux qui ſe preſenteront pour les prendre au moindre prix ; car il faut non-ſeulement examiner ſi les Entrepreneurs ont aſſés de bien pour répondre des avances qu'on ſera obligé de leur faire, mais encore s'ils ont aſſés de lumieres pour s'acquitter de l'entrepriſe : il faut leur accorder à des conditions raiſonnables, ſans pouſſer les miſes aux rabais à plus bas prix qu'elles ne doivent être ; car ſi l'entrepriſe eſt un peu groſſe, & qu'on la donne à des pauvres gens, ou à des ignorans, ils la prendront inconſidéremment à tel prix qu'on voudra, dans l'eſperance de profiter de façon ou d'autre : mais outre qu'on n'y trouvera pas de ſureté, quand on viendra à l'execution, on doit s'attendre qu'ils tireront partie du profit autant qu'ils pourront, & d'un autre côté mettront tous les ouvrages en confuſion ; après quoi la tête leur tournant ils donneront du nez en terre, ou abandonneront tout d'eux-même ſi on ne les prévient : or ſi malheureuſement cela arrive, les travaux languiſſent & ne s'avancent qu'avec une lenteur inſuportable, tout eſt en confuſion, les marchés n'ont plus de crédit ni de confiance, les nouveaux Entrepreneurs qu'on ſeroit obligé de prendre ne veulent accepter les Ouvrages qu'à un prix exhorbitant, ceux qui doivent être achevés en un an à peine le peuvent être en deux, les Ouvriers étant mal payés déſertent, il ne s'en preſente qu'un petit nombre, tout cela occaſionne des peines infinies aux Inge-

Digitized by Google

Ingenieurs, qui ne peuvent ſans beaucoup de difficulté remettre les choſes ſur le bon pied; d'où l'on peut conclure, qu'il n'eſt rien de ſi pernicieux que ce prétendu bon marché: ainſi, on ne peut trop deſabuſer ceux qui mettent toute leur aplication à faire des marchés au plus bas prix qu'ils peuvent, ſans examiner les ſuites, & la poſſibilité de pouvoir les executer.

Il faut toûjours éviter les details inutiles & embaraſſans, ſur-tout les ouvrages à journées, à cauſe de la confuſion & des friponneries qui s'y commettent; car l'ouvrier qui eſt aſſuré de ſon gain ne ſe preſſe jamais, au lieu que celui qui ne gagne qu'autant qu'il travaille n'a beſoin d'autre chaſſavant que ſon propre intereſt: il eſt également de conſequence d'éviter tous les ouvrages à courvées qui demandent quelque façon & de la promptitude, attendu que la diligence & le ſavoir ne ſe rencontrent jamais parmi des gens qui travaillent par force, & qui ne tâchent qu'à couler le tems; mais quand on ſera obligé de s'en ſervir au remuëment des Terres, il leur faudra impoſer la quantité qu'on leur voudra faire remuer, & la départir par communauté, moyennant quoi ils traiteront les uns avec les autres, ou ils s'accommoderont avec l'Entrepreneur pour en pouvoir venir à bout, & de quelque maniere que cela ſe faſſe, il en faudra prendre connoiſſance, & charitablement voir ſi ceux avec qui ils traiteront ne ſe trompent point ſur le prix ou ſur le meſurage & ne leur vendent trop cherement leur peines; mais tout bien conſideré cette maniere de travailler ne devroit être miſe en uſage que pour des Charrois ou des Ouvrages fort groſſiers & toûjours le moins qu'on pourra.

Quand on fera le département des ouvrages aux gens employés, il faudra bien prendre garde d'apliquer chacun à celui qui lui conviendra le mieux, & ſur-tout tenir pour maxime d'avoir toûjours un homme fidele & intelligent dans la Maçonnerie, qui ne perde jamais de vûë la main des Maçons, car la plûpart manquent extrêmement de ſoin dans l'arrangement des matériaux, ſoit par négligence, ignorance, ou friponnerie, ce qui n'arrive que trop quand ils ne ſont pas éclairés de quelqu'un qui les tienne en crainte: c'eſt auſſi pour cette raiſon qu'on ne doit jamais ſouffrir qu'ils travaillent aux heures induës, ni ſans la preſence de ceux à qui l'on aura commis le ſoin de les obſerver, n'y ayant rien de ſi pernicieux dans la conduite des travaux, que ces ſortes de negligences.

Tous ceux qui ont de l'experience dans l'art de bâtir n'oubliënt jamais de ſpecifier cette condition dans les marchés qu'ils en font, non plus que celle de ne point faire les mortiers ſans la preſence d'un

d'un Commis qui les fasse dozer & conditionner selon les devis, & qui prenne garde qu'on ne les employe qu'après être refroidis; ce qu'il ne faut point négliger, puisque de la main d'œuvre, & de la qualité du mortier, dépend absolument celle de la Maçonnerie.

Il faut necessairement un certain nombre d'Inspecteurs & de Chassavants sur les ouvrages, puisque rien n'est plus important que d'avoir des Argus fideles sur la main des Ouvriers, qui observent leurs actions & les fassent diligenter; mais il faut les connoître & les bien choisir, être aussi prompt à récompenser ceux qui font bien, qu'à renvoyer ceux qui manqueront d'aplication & de fidelité: par exemple, j'en voudrois un pour les Maçons, un autre pour les Terrassiers, un autre pour les Voitures, un autre pour la décharge des Materiaux: s'il arrivoit que le nombre des Ouvriers de même espece fut fort grand, il faut mettre un homme pour veiller à la conduite de cent autres, n'étant guerre possible qu'il puisse en éclairer davantage, sur quoi l'on remarquera qu'il en faut beaucoup plus dans les ouvrages qui se font en détail, que sur ceux qui se font par entreprises, puisque pour ceux-ci il suffit d'en avoir à la Maçonnerie & au remuëment des Terres, au lieu qu'aux autres il en faut de necessité sur tous les differens ouvrages; car il ne faut pas penser que deux ou trois hommes puissent suffire pour conduire 1000 ou 1200 Ouvriers, qui étant divisés en je ne sçai combien d'ouvrages differens, il est comme impossible qu'il ne se commette une infinité d'abus & de négligences: si on n'y aporte une attention continuelle, il se fait beaucoup de dépenses superfluës, les Ouvrages sont mal façonnés, desorte que ce qui se fait mal-à-propos excede au centuple la dépense des apointemens que l'on croit épargner en employant trois ou quatre hommes de moins qu'il n'en auroit fallu: ce n'est pas ici une exageration, & je m'assure qu'il n'y a personne, qui aye fait un peu travailler, qui ne demeure d'accord que quatre hommes bien observés font plus d'ouvrage que six autres qu'on abandonneroit à leur propre conduite.

Une précaution, la plus necessaire de toutes celles que l'on peut prescrire pour la bonne conduite des Travaux, est de ne commencer jamais aucun Ouvrage que l'on n'aye fait auparavant les amas de materiaux & de tout ce qui est necessaire pour une prompte execution; ces materiaux doivent être placés près des lieux où il faut les employer, prenant garde cependant qu'ils n'embarassent ni les Voitures ni les Ouvriers; rien n'est si necessaire à la Fortification que la diligence, ni rien ne lui est si oposé que la grande précipitation

Digitized by Google

précipitation avec laquelle on les commence, le plus souvent sans avoir fait provision des materiaux dont on peut avoir besoin, ni sans être assuré de la quantité d'Ouvriers qu'on y voudra employer, d'autant que de cet empressement il arrive qu'avant qu'ils soient à moitié faits, on manque de je ne sçai combien de choses, qui causent toujours un retardement dangereux, & une augmentation de dépense considérable par les secours extraordinaires qu'on est obligé d'emprunter ailleurs, & qu'on paye quelquefois bien cher; sans compter les dommages que le Pays souffre de ce que l'on est contraint d'exiger des courvées & voitures, dans le tems même que les Paysans sont occupés à leur recolte: c'est ce qui nous fait encore répeter, qu'on ne doit jamais commencer un Ouvrage, sans avoir bien pris des mesures pour la fourniture des materiaux, & sans en avoir fait un amas si considérable, que la quantité d'Ouvriers qu'on aura résolu d'employer n'en puisse jamais manquer, ce qui doit être observé d'autant plus exactement, que rien n'est si dangereux pour une Place que la lenteur de ces Ouvrages, attendu que jusqu'à ce qu'ils ayent acquis leur perfection, elle est toûjours en péril & considérablement affoiblie par la propre imperfection de ceux que l'on a bâti, par l'embarras des materiaux répandus à l'entour, par l'ouverture de ses chemins couverts pour faire passer les Chariots, par le comblement des Fossés, accidens toûjours inséparables des Travaux imparfaits, d'où s'ensuit que jusqu'à ce qu'une piece, telle qu'elle soit, ait acquis son entiere perfection, elle est toûjours contre la Place; c'est-à-dire, plûtôt en état de lui nuire que de servir à sa deffense: situation malheureuse & qui devroit faire trembler ceux qui ont la conduite des Ouvrages qui sont mal en train, & qui languissent faute d'avoir pris des mesures assés justes pour les diligenter, principalement dans un tems de Guerre, où l'ennemi peut à tout moment former des entreprises; il n'y a rien de si commun dans l'histoire des Guerres passées que la perte des Places qui ont été surprises, ou que l'on a été contraint d'abandonner, avant que leurs Fortifications fussent en état de deffence.

Soit que l'on construise une Place neuve, ou qu'on en fortifie d'autres pour les mettre plus en état deffense qu'elles ne le sont, on doit toûjours commencer par les chemins couverts, ensuite par les Ouvrages les plus avancés afin d'avoir au moins une barriere pour arrêter l'ennemi, cette précaution est sur-tout necessaire quand on est obligé de bâtir de nouveau quelque enceinte, ou de démolir des déhors pour leur donner une construction plus avantageuse que celle qu'ils avoient, l'ouverture d'une Place étant toûjours dan-

Digitized by Google

gereuse dans la Paix même la plus profonde: l'art de fortifier est susceptible d'une infinité d'attentions qu'on ne peut négliger, sans qu'elles ne tirent à de grandes consequences.

Une attention qu'on doit avoir & qui est essentielle, continuë Mr. le Maréchal de Vauban, est de donner les employs suivant la necessité des Ouvrages & la capacité d'un chacun, afin de n'y employer que des gens utiles & necessaires, & de ne charger personne de ce qu'il ne sait pas, ni de plus qu'il ne sait faire: ce deffaut, où l'on ne prend pas garde, étant ordinairement l'origine & la source de tous les desordres dans la conduite des Fortifications.

Il est très constant que ce qui nuit le plus à l'œconomie, & même à l'avancement des Ouvrages, est le renouvellement frequent que l'on fait de ceux qui en ont les principaux soins, specialement des Ingenieurs; vû que de ce changement il arrive que personne ne s'instruit jamais à fond, & l'on y est toûjours nouveau; que l'on ne connoît qu'imparfaitement la qualité des materiaux, leur prix, & la capacité des Ouvriers; que l'on ne sait, ni les moyens de faire les Voitures, ni de quelle maniere s'y prendre pour établir un bon ordre: cependant, ce sont des parties qu'il faut necessairement savoir, & qui ne s'aprennent qu'avec du tems; de plus j'ôse bien dire, & il n'est que trop certain, que quelque soin que les gens prennent à se rendre savans dans ce métier, le Souverain, aux dépens de qui on l'aprend, en paye toûjours chérement l'apprentissage. Car s'il est vrai (comme l'on n'en peut pas douter) que dans tous les commencemens des grands Ouvrages il est impossible aux plus intelligens même, quelque application qu'ils y apportent, d'empêcher que la dépense n'en excede toûjours le juste prix d'un cinquiéme ou d'un sixiéme; que doit-il arriver aux Travaux de Places, où l'on change tous les ans d'Ingenieurs, & où jamais personne n'a le tems d'apprendre ce qu'il doit savoir. Certainement, il n'en peut proceder que des desseins mal executés & des redoublemens de dépenses effroyables, à quoi il n'y a d'autre remede que de bien choisir une fois pour tout les gens qu'on y voudra employer, se donner patience qu'ils s'y soient bien instruits, & les perpetuer après dans l'employ tant qu'on aura besoin d'eux & qu'ils s'y conduiront bien.

J'ai tiré ce Discours mot pour mot, d'un petit Ouvrage de Mr. de Vauban, qui a pour Titre, Le Directeur General des Fortifications.

CHA-

Digitized by Google

CHAPITRE HUITIE'ME.

Du Transport & Rémuëment des Terres.

La foüille des terres & leur transport font un objet si considérable dans les grands Travaux, qu'on peut dire qu'il n'y a point de partie qui demande plus d'attention & un détail plus recherché pour en bien regler le prix selon leur qualité & la distance où il faut les porter ; car, pour peu que l'estimation n'en soit pas bien entenduë & les relais bien ordonnés, on tombe dans des excès de dépenses, la confusion & le désordre regnent par tout, les Travailleurs se plaignent, les Entrepreneurs murmurent, & souvent le mal devient si grand, que l'Ingenieur tout habile qu'il puisse être est fort embarrassé du parti qu'il doit prendre. Mr. le Marêchal de Vauban, pour remedier aux inconveniens dont ce sujet peut être susceptible, s'est donné la peine d'écrire une ample Instruction ; &, pour faire mieux sentir la solidité des moyens qu'il propose, il raporte une copie d'un Reglement qui fut fait autrefois en Alsace pour le prix que les Entrepreneurs devoient payer aux Soldats employés sur les Travaux ; il fait voir les deffauts de ce Reglement, & donne les moyens les plus convenables de les corriger. Sans doute qu'il en a usé ainsi pour empêcher que ceux qui auront la conduite des Travaux ne tombent dans les mêmes déffauts. Un pareil Ecrit ne pouvant être placé plus à propos que dans un Ouvrage comme celui-ci, j'ai crû qu'on feroit bien aise d'en avoir un Extrait.

Copie du Reglement fait en Alsace pour le prix que les Entrepreneurs doivent payer aux soldats employés au transport & remuëment des Terres de la Fortification des Places de Sa Majesté.

„ Les Terres communes & ordinaires seront payées à raison de „ douze sols la toise cube dans l'attelier ; pour les charger & pour „ les rouler, il sera augmenté de deux sols par toise, de dix toises „ en dix toises courantes de chemin dans toute la distance de leur „ transport, lorsque le terrain sera uni & plat ; & quand il y aura „ à monter soit par des rempes de terre où sur des Ponts, il leur „ sera payé trois sols d'augmentation de dix toises en dix toises cou-„ rantes, par toise cube, au lieu de deux sols dont il est parlé cy-„ devant : lorsque les Soldats travailleront dans les Fondations où „ ils seront gênés, il leur sera augmenté deux sols par toises pour la „ charge jusqu'à douze pieds de profondeur, & la même augmen-„ tation leur sera accordée de six pieds en six pieds sur toute la pro-„ fondeur de leur travail, de maniere qu'au-dessous de douze pieds

 &

„ & jusqu'à la profondeur de six autres pieds, il leur sera payé dans
„ l'attelier 14 f. & à dix-huit pieds de profondeur, 16 au lieu de
„ 12 f. qui est le prix des Ouvrages communs, & ainsi d'un apro-
„ fondissement à l'autre.

„ Et si les Soldats sont obligés de travailler dans l'eau & de se
„ moüiller les pieds, soit dans les Fondations où aux aprofondisse-
„ mens des Fossés, outre le prix cy-dessus, il leur sera augmenté 5 f.
„ par toise dans l'attelier, ensorte qu'au lieu de 16 f. qu'il leura été
„ reglé pour la charge lorsqu'ils sont à 18 pieds de profondeur, il
„ leur en sera payé 21, pendant les mois de Mars, Avril, May,
„ Juin, Juillet, Aoust, Septembre, & Octobre; & à l'égard des au-
„ tres mois d'hyver, l'augmentation sera de 10 f. au lieu de 5 dans
„ l'attelier, moyennant quoi les Soldats & Ouvriers seront obligés
„ de faire des rigolles dans leurs atteliers seulement pour l'écoule-
„ ment des eaux aux mêmes prix & conditions cy-dessus; & quant
„ à la dépense des moulins, elle se fera aux frais des Entrepreneurs.

„ Et comme la qualité du Roc est incertaine, le prix de l'exca-
„ vation en sera arbitré par l'Ingenieur qui aura soin des Fortifica-
„ tions de la Place dans laquelle il se trouvera du travail de cette
„ nature; & à l'égard du transport du moîlon qui en proviendra,
„ il sera seulement payé aux Soldats pour la charge 10 f. attendu
„ qu'il se trouve tout tiré & que ce travail se peut faire sans donner
„ aucun coup de pioche; mais l'éloignement du chemin sera payé
„ sur le même pied que les terres & les décombres, suivant le ré-
„ glement qui a été fait pour le transport desdites terres. Fait à Stras-
„ bourg le 2 Juin 1688.

Deffauts de ce Reglement: c'est Mr. de Vauban qui parle.

„ Le premier deffaut remarquable de ce Réglement est dans le
„ prix de la charge que l'on taxe à 12 f. la raison est que la qualité
„ des terres étant toûjours differente entre celles de la superficie,
„ & celles qui sont 4. 5. 6 ou 7 pieds plus bas; il s'ensuit qu'il est
„ impossible que la régle soit bonne, parce qu'en terres molles ou
„ de prairie où l'on peut charger de la premiere main, un homme
„ pourra suffire au chargeage d'une file de relais, ou dans d'autres
„ deux, même trois, ne le pourront pas: cependant, le prix de la
„ toise étant égal à l'un comme à l'autre, il s'ensuit qu'il y a lézion
„ de la part du Roy, quand, le terrain étant bon, il n'y a qu'un ou
„ deux hommes à charger; & de la part des Soldats, quand, le ter-
„ rain étant mauvais, il y en a plusieurs.

„ Il n'en est pas de même, si le prix de la charge est fixé à 12 f.
„ par toise, & qu'un homme de moyenne force puisse lever deux
„ toises cubes de terre en un jour. L'experience nous aprend que

cela

„ cela se peut dans tous les terrains marécageux & de prairie où l'on „ peut charger au louchet de la premiere main, sans avoir besoin „ de la pioche, cet homme seul, dis-je, gagnera 24 s.; si au lieu d'un „ on est obligé d'y en mettre deux, ils n'en gagneront que 12; s'il „ en faut trois, ils n'en gagneront que 8; si quatre, que six: & ainsi „ à proportion que le nombre des chargeurs augmentera, le prix „ de leurs journées diminuëra.

„ De cette maniere il résulte, premierement, que quand il n'y a „ eu qu'un ou deux hommes à charger, le Roy est lezé, parce que „ les journées sont trop cheres; quand il y en a trois, le Soldat gagne „ une journée raisonnable; mais quand il y en a plus, la perte tom- „ be sur lui; & si on ne peut pas dire que les relais les tirent d'affai- „ res; car nous ferons voir que le même deffaut s'y rencontre.

„ Secondement, que l'augmentation de 2 s. par toise dans les „ Fondations gênées jusqu'à 12 pieds de profondeur, n'est pas toû- „ jours juste par tous les endroits où cela se trouve, ni l'augmenta- „ tion si bien apliquée qu'on n'y puisse trouver sujet de lézion, non „ plus que celle qui accorde le même prix depuis 12 pieds de pro- „ fondeur jusqu'à 18, & autres 2 s. depuis 18 jusqu'à 24, & ainsi „ de suite de 6 pieds en 6 pieds jusqu'à parfaite profondeur en l'une „ & en l'autre; on ne remedie pas avec assés de distinction au dé- „ faut de la charge qui peut être plus ou moins difficile que ne porte „ l'augmentation de ce prix.

„ Troisiémement, que l'augmentation du prix pour ceux qui doi- „ vent travailler dans l'eau n'est pas moins défectueuse, attendu „ que si elle est plus ou moins abondante & inégalle, il est impossi- „ ble qu'un prix toujoûrs égal leur puisse convenir, de maniere „ qu'il n'y ait lézion de part & d'autre: je dis la même chose de ce „ qui suit, sans que le plus ou moins de profondeur fasse rien à cet „ égard, parce qu'il ne s'agit pas d'épuisement, mais seulement de „ la charge.

„ Quatriémement, que le Reglement des relais n'est pas moins dé- „ fectueux, en ce que plus il y en a, moins l'Ouvrier gagne: par „ exemple, si la charge est payée à 12 s. la toise & le relais à deux, „ & qu'il y ait seulement la longueur d'un relais à mener, la toise „ reviendra à 14 s. auquel cas si un homme peut charger 2 toises & „ un autre les mener, ce sera deux hommes d'employés pour char- „ ger & mener 2 toises de terre, dont le prix reviendra à 28 s. les „ deux, partant chaque homme gagnera 14 s. qui est une journée „ trop forte; mais s'il faut mener les terres à 20 toises, il faudra „ établir deux relais, & par conséquent ajoûter un homme aux deux

„ qui feront trois; cependant le prix de la toise n'augmentant que „ de 2 f. il arrivera que celui de 2 toises ne sera que de 32 f. qui „ divisés à trois hommes feront 10 f. 8 den. chacun, ainsi dès le se„ cond relais, voilà 3 f. 4 den. de diminution; si la distance est de „ trois relais ou de 30 toises, au lieu de trois hommes il en faudra „ quatre pour mener 2 toises de terre, qui à 18 f. la toise feront „ 36 f. les deux, & 9 f. pour la journée de chaque Ouvrier: que si „ ledit transport est de 4 relais, il faudra 5 hommes pour charger „ & mener ces 2 toises de terre, qui travaillant toûjours d'égale „ force ne gagneront que 8 f. chacun, parce que la toise cube ne „ reviendra qu'à 20 f. finalement si ce même transport va jusqu'à „ 50 toises de distance du lieu d'où l'on charge, ou cinq relais, il „ faudra 6 hommes pour charger & mener ces 2 toises de terre qui „ reviendront à 44 f. lesquels divisés en six feront 7 f. 4 den. cha„ cun, qui est une journée un peu foible & qui la deviendra toûjours „ de plus en plus à mesure qu'il faudra augmenter les relais; desorte „ qu'à 10 relais les journées ne reviendront qu'à 5 f. 9 den. ce qui „ n'est pas suportable: ainsi, quoiqu'il y ait égalité de travail, les jour„ nées diminuent à mesure que le transport s'éloigne.

„ Si l'on vouloit augmenter chaque relais de 6 den. d'un sol, ou „ même davantage, on ne parviendroit pas encore à mettre ce Ré„ glement dans l'égalité necessaire à un travail bien ordonné, le Roy „ étant toûjours lézé aux deux premiers relais, & le Soldat dans la „ plus grande partie des autres, & beaucoup d'inégalité dans les jour„ nées, ce qui n'est pas raisonnable, attendu que les Ouvriers qui „ travaillent également & d'égale force dans un même ouvrage doi„ vent autant gagner les uns que les autres; à quoi il faut ajouter „ que dans tous les lieux où la quantité de relais surpasse le nombre „ de 10, la lézion y est bien plus sensible, parce qu'à mesure que le „ nombre de relais augmente, le prix des journées diminue: voilà „ donc les deffauts de ce Reglement prouvés de maniere à n'en pou„ voir douter; je ne dis rien des autres particularités, parce que ce „ ne sont que des consequences de ces deux principes, qui étant „ d'eux-mêmes défectueux, il s'ensuit que tout ce qui en dépend ne „ peut manquer de l'être.

Des moiens les plus convenables pour corriger ces deffauts.

„ Comme ces deffauts ne proviennent que de ce que le prix du „ chargeage est trop fort, & celui des relais trop foible, & de ce „ que ni l'un ni l'autre n'ont pas été reglés sur le prix commun „ des journées que l'on veut faire gagner aux Soldats, il sera fort „ aisé de le corriger en leur donnant un prix modique, non en vuë „ de les faire travailler sur ce pied-là, mais d'en faire l'aplication

au

Digitized by Google

„ au prix de la toise cube, laissant aux Ouvriers après d'en attraper
„ ce qu'ils pourront par la force de leurs bras.

„ Il est très possible de remedier aux inconveniens & d'ôter tout
„ pretexte aux Soldats de crier, si, au lieu de regler la charge & les
„ relais au hasard, & sans connoissance précise du prix des terres
„ par raport aux differences de leur molesse, dureté, & transport, le
„ Roy a pour agréable d'ordonner ce qu'il lui plaira que le Soldat
„ gagne par jour: car si par exemple sa journée est reglée à 8 s. par
„ jour, qui est un prix bas & modique pour des gens, qui, travaillant
„ à la tâche, vont ordinairement de toute leur force, mais qui ne
„ l'est pas tant pour des gens, qui, tirant la solde du Roy par d'autres
„ services, ne sont cependant employés qu'à celui-ci, du moins
„ un certain tems, il n'y a, dis-je, qu'a taxer le chargeage & les re-
„ lais par raport aux journées des hommes; & il arrivera que si un
„ homme charge 2 toises de la premiere main & sans pioche, la
„ journée de cet homme montant à 8 s. partagée en deux, donnera
„ 4 s. pour la charge de chaque toise cube de terre; mais s'il y faut
„ deux hommes, leurs deux journées montant à 16 s. donneront
„ 8 s. pour chacun, si trois hommes, 24 s. si partagés de rechef en
„ deux donneront 12 s. pour chaque toise cube & ainsi des autres,
„ augmentant toûjours de 4 s. à chaque fois que l'on sera obligé
„ d'augmenter d'un chargeur.

„ A l'égard des relais, il n'y a pas de meilleur moyen de les régler,
„ qu'en les établissant à 15 toises de distance les uns des autres en plain
„ terrain, & à 10 en montant, & du surplus fixer le prix de chacun
„ à 4 s. par toise, qui produit toûjours cette journée d'hommes qui
„ doit servir de base au reglement du prix, mais non au gain des
„ Soldats; car tel gagnera jusqu'à 10 & 11 s. que d'autres n'en ga-
„ gneront pas plus de 6 ou 7, selon leur force & le mouvement
„ qu'ils se donneront, ce qui ne peut que bien réüssir & avec beau-
„ coup de justice; car, chacun gagnera suivant son travail, & au-
„ cun d'eux n'aura lieu de se plaindre que de lui-même.

„ A ce que dessus on doit ajoûter, premierement, de fixer la
„ distance des relais à 15 toises en plain Pays, & à 10, où il faut
„ monter par des Ponts ou par des rempes, comme il a déja été dit
„ sans changer de prix; la raison est que d'experience faite & plu-
„ sieurs fois réïterée, une toise cube de terre peut-être menée en
„ 250 broüettées, & deux en 500, qui est la tâche commune
„ que nous assignons à un ouvrier de moyenne force, & pour les
„ mener en place, il faudra qu'il fasse 15000 toises de chemin en
„ plaine, dont la moitié charge, & 10000 en montant & d'étenduë,
„ c'est-

„ c'est-à-dire six lieuës de 2500 toises chacune en plaine, & près „ de quatre en montant & d'étenduë, or il n'y a point d'ouvrier qui „ n'aime autant faire 15 toises en plaine que 10 en montant.

„ Secondement, fixer le tems du travail à 10 heures par jour, & celui du repos à trois, qui font en tout 13 heures de sujetion, com- „ mençant le travail à 5 heures du matin pour être à 5 & demie en „ train, le quitter à 8 heures pour déjeuner une demie heure; le „ reprendre à 8 & demie, pour le quitter de rechef à 11 & aller dî- „ ner; plus le reprendre à une heure, pour le quitter à 3 & demie; „ enfin le reprendre à 4 pour le quitter tout-à-fait à 7.

„ J'estime qu'on peut encore régler le travail comme cy-après.

„ Le commencer par exemple à 5 heures du matin & travailler „ jusqu'à 8, le quitter depuis 8 jusqu'à 9, & le reprendre depuis „ 9 jusqu'à 12, le discontinuer jusqu'à 2, & le reprendre ensuite, „ & le continuer jusqu'à 7 du soir, ce qui fait 10 heures de travail, „ & trois heures de repos par jour.

„ On pourra soûtenir le travail sur ce pied 8 mois de l'année, „ savoir Mars, Avril, May, Juin, Juillet, Aoust, Septembre, & „ Octobre; pour les 4 autres mois qui sont d'hyver, on en pourra „ retrancher les déjeunés & les goutés, & réduire le tems du tra- „ vail à 7 heures, pendant lesquelles je suis persuadé que les ouvriers „ ne feront guére plus de demie journée d'Eté, à cause du froid & „ du mauvais tems; je tiens qu'il ne faut point imposer davantage „ au Soldat qui a sa tâche, parce qu'il est certain que 10 heures de „ travail d'un homme qui a pour chassavant son interest en valent „ du moins 15 d'autre qui a sa journée reglée; de les pousser plus „ loin, c'est les outrer & les exposer à devenir malades, & ne pou- „ voir pas tenir longtems.

„ Troisiémement, d'augmenter un homme aux chargeurs quand „ il y aura de l'eau dans le travail, & qu'on sera obligé à des épui- „ semens; si c'est en Eté, en considération des rigoles qu'il faut pour „ les écouler vers les moulins qui l'épuisent, & du nettoyement des „ rampes & de la terre qui se perd par les chemins, & si elles sont „ si abondantes qu'un homme seul n'y puisse pas fournir, augmenter „ d'un & demi ou de deux, ainsi du reste suivant les difficultés qui „ se presenteront; si c'est en Hyver, & que le Soldat ait le pied moüil- „ lé, on pourra en considération du froid qu'il aura à souffrir lui aug- „ menter encore d'un homme de plus, ce qui doit être arbitré par „ l'Ingenieur en chef avec beaucoup de circonspection.

„ Quatriémement, d'augmenter d'un homme à la charge où les „ terres seront dures, ou de deux, même de trois, selon que l'ou-

„ vrage

Digitized by Google

„ vrage sera difficile, de cette façon on pourra même régler l'ex-
„ cavation du roc & rocailles assés juste, puisque le plus ou moins
„ d'hommes au chargeage & piochage en fera toute la difference,
„ & c'est surquoi les Soldats se réglent assés bien d'eux-mêmes.

„ Cinquiémement, chomer tous les Dimanches, mais non les
„ Fêtes, comme étant très-certain qu'on ne gagne rien au travail
„ des Dimanches, par la raison que tout homme qui a travaillé six
„ jours tout de suite a besoin de repos le septiéme.

„ Sixiémement, regler un peu la distance moyenne des relais du
„ centre de l'ouvrage au centre du transport, pour éviter les con-
„ testations qui pourroient arriver à cet égard; &, parce que d'or-
„ dinaire les Soldats allongent & racourcissent leur relais comme il
„ leur plaît, compter toûjours la distance totale du lieu où l'on
„ charge, à celui où l'on décharge, & régler après les relais com-
„ me ci-devant, donnant le plus, & ôtant le moins, quand il défau-
„ dra ou surpassera le demi relais, pour éviter tout ce qui peut faire
„ embarras.

„ Septiémement, observer dans une même file de relais, quand il
„ s'en trouvera où il y aura à monter ou descendre, de régler ceux
„ des montées à 10 toises, comme il a été dit cy-devant, & ceux
„ de la plaine à 15, sans rien changer au prix des uns & des au-
„ tres.

„ Huitiémement, ne rien changer non plus où il s'agira de tra-
„ vailler dans le Roc, puisque le nombre de Chargeurs ou Rocteurs
„ qu'il y faudra de plus, & le moins de gens au relais, suffira pour
„ en regler le prix au juste, en y prenant garde de près. On pourra
„ d'ailleurs ajoûter quelque chose pour l'entoisage du moîlon qui
„ sera propre à bâtir.

„ Du surplus, l'obligation des Entrepreneurs envers les Ouvriers
„ doit être de leur fournir les outils propres au travail, de faire tous
„ les épuisemens d'eau à leur dépens, les Ponts où il en faudra
„ fournir les planches, arranger ou faire battre les terres où il sera
„ necessaire, couper des rampes dans les taluds qui leur seront reglés,
„ à quoi les mêmes seront obligés: en consideration de cette obli-
„ gation des Entrepreneurs, qui sont de plus sujets à d'autres vers
„ le Roy, comme de faire l'ouvrage bon & solide dans un certain
„ tems, & d'en répondre suivant les conventions de leur marché,
„ on donnera 6 s. de plus qu'aux Soldats pour le prix de la toise,
„ en consideration de tous les devoirs à quoi ils sont tenus; avec
„ cette remarque, que plus il y a de relais, plus leur charges sont
„ grandes, à cause de la quantité de brouettes & d'outils qu'ils

F „ doi-

Digitized by Google

„ doivent fournir, surquoi il est encore à observer, que pendant les
„ Hyvers les frais augmentent de beaucoup, à cause de la briéveté
„ des jours, difficulté des Voitures, abondance des eaux, bouës &
„ gelées; c'est pourquoi les 6 s. n'y pourront pas toûjours suffire, à
„ moins qu'on n'ait soin de leur ménager du travail aisé, commode,
„ & en petite quantité, le mieux est de ne les obliger que le moins
„ qu'on pourra à de grands travaux de terre dans ces tems-là, car
„ s'ils ont quelqu'avantage pendant l'Eté, il est certain que les grands
„ ouvrages d'Hyver les consommeront: cependant c'est une chose
„ à bien examiner, car les ouvrages d'Eté où il y a peu de relais
„ & de consommation, il y a aussi bien moins de frais, & par con-
„ sequent beaucoup plus d'avantages qui se peuvent moderer selon
„ les lieux & la facilité des ouvrages.

„ De cet ordre une fois établi résultera plusieurs connoissances
„ aux gens qui font travailler.

„ Premierement, que le prix de la toise augmentant à chaque
„ relais de 4. s. il s'ensuivra que dès aussi-tôt qu'on aura donné prix
„ à ce chargeage, il n'y aura qu'à compter le nombre de relais &
„ les frais de l'Entrepreneur, pour savoir au juste le prix qu'on doit
„ donner à la toise.

„ Secondement, qu'on aura toûjours une connoissance parfaite
„ du prix de la toise de terre, puisque ce prix haussera & baissera
„ selon le nombre de chargeurs & de relais.

„ Troisiémement, que quelque nombre d'ouvriers qu'il y ait, le
„ Roy ne payera jamais que 8 s. pour la journée d'un chacun, qui
„ n'étant pas cependant distribué sur le pied de journée, mais bien
„ sur le pied de ce qu'ils pourront faire d'ouvrage, il s'ensuivra que
„ S. M. sera servie très-diligemment, à bon marché, sans peine, &
„ sans violenter personne.

„ Quatriémement, que si on fait attention à l'utilité de cette
„ proposition, on la trouvera très-avantageuse, d'autant que la jour-
„ née du Roy étant aujourd'hui reglée à 10 s. il n'y a pas d'hommes
„ de ceux qui travaillent à la tâche qui n'en mérite mieux 15, que
„ ceux qui sont à la journée de 10; cependant, on n'en demande ici
„ que 8 pour faire aller les Soldats de toute leur force.

„ Cinquiémement, que pour avoir plus près à mener, le Soldat
„ n'en gagne pas davantage, ni moins pour avoir plus loin, la toise
„ revenant toûjours au prix proportionné à la quantité de ses re-
„ lais & à la difficulté de la charge.

„ Sixiémement, que quoiqu'on supose 6 s. par toise à l'Entrepre-
„ neur pour ses peines, fournitures de planches, ponts, brouëttes,
„ ou-

Digitized by Google

„ outils, épuisemens d'eaux, façon de montées, &c. cela ne se
„ doit entendre que des endroits où il y a grande consommation
„ d'outils, comme ceux où il y a plusieurs relais, & où l'on est obligé
„ de travailler pendant l'Hyver dans le tems des grandes gelées, où
„ pendant que les terres sont trempées & boüeuses, & en un mot où
„ il y a beaucoup de peine & peu d'ouvrage, autrement on peut
„ leur donner depuis 3, jusqu'à 4 & 5 s. selon que les frais des épui-
„ semens & les consommations en sont plus ou moins considéra-
„ bles. „

Il est à remarquer que le prix des journées à 8 s., qui étoit passable pour des Soldats dans le tems que ce Mémoire a été fait, ne suffiroit pas presentement que le rehaussement des monnoyes & les mauvaises années ont tout rencheri ; d'ailleurs cela dépend aussi du Pays où l'on fait travailler par raport aux aisances ou aux difficultés que les Troupes trouvent à vivre à juste prix : c'est à l'Ingenieur en chef, ou au Directeur, à avoir toutes ces considérations pour que le Roy n'y soit pas lezé, & que les Soldats aussi-bien que les Entrepreneurs se tirent judicieusement d'affaire ; ainsi, sans s'arrêter constamment à cet article, on tirera toûjours beaucoup de connoissance de ce Mémoire, qui est regardé de tous les anciens Ingenieurs comme la meilleure Instruction qui ait été écrite sur ce sujet.

Dans de certains Pays, on distingue ordinairement pour le marché des Ouvrages trois sortes de terres pour en régler le prix, la terre douce ou épierrée pour les parapets, la roccaille, & le roc.

Toute terre, où l'on n'a besoin que du louchet pour l'enlever, est regardée comme terre ordinaire : la pierre morte, qui se trouve mêlée d'un peu de terre, & où il ne faut ni masse, ni pince, & où il suffit de la pioche & du pic, est reputée rocaille. Toute pierre vive, où il faut se servir de pic, de coin, de masse, d'aiguille, est apellée roc.

Dans le Pays-Bas, où l'on ne rencontre guére de roc ni de rocaille, on distingue dans les marchés deux sortes de terre ; l'une est apellée terre hors d'eau, qui est celle qu'on peut travailler à sec ; & l'autre terre dans l'eau, qui ne peut s'enlever sans beaucoup d'incommodité : toutes ces terres differentes pourront s'estimer en suivant l'Instruction de Mr. de Vauban ; c'est-à-dire, en s'attachant à la quantité d'hommes qu'il faut pour en transporter une toise cube, & aux journées qu'ils doivent gagner.

Dans une terre ordinaire, un attelier de quatre Soldats, composé d'un piocheur, d'un chargeur, & de deux autres qui brouëttent, peut transporter à 10 toises de l'attelier, deux toises & un tiers cubes

cubes dans un jour d'Eté, & un peu plus de la moitié dans un jour d'Hyver.

La rocaille étant comme je l'ay déja dit une pierre morte, mêlée de terre, la difficulté de sa foüille est beaucoup plus grande, que celle des terres ordinaires, c'est pourquoi le prix en est aussi plus considerable: c'est à la prudence de l'Ingenieur de l'augmenter, ensorte que les Soldats y trouvent leur compte; &, quoi qu'il soit difficile de déterminer à quoi peut aller cette augmentation, je dirai pourtant que la toise cube de Rocaille vaut à peu près le double des terres ordinaires.

Quant au roc, il faut aussi avoir égard à sa qualité & à sa dureté: on le tire par mine, dont l'apareil est de quatre hommes, qui s'aprofondissent de cinq pieds dans un roc ordinaire; mais comme le marbre est d'une nature plus dure, ils ne peuvent guere s'y aprofondir que de quatre pieds, qui produisent tout au plus une demi toise cube, qui consume environ deux livres de poudre pour charger les petards: outre ces quatre hommes, on ajoûte encore deux manœuvres pour arracher les pierres ébranlées par la mine, & ôter les decombres: ainsi sachant ce que les uns & les autres doivent gagner par jour, & ce qu'il en coûtera pour les outils & la poudre, on pourra savoir à combien reviendra la toise cube.

Pour aprofondir dans le roc, on se sert d'une aiguille, ou barre de fer, de bonne trempe bien acerée, pointuë par un de ses bouts, ayant six ou sept pieds de longueur, deux hommes la mettent en mouvement pour faire un trou, en maniere de petit puits, capable de contenir une certaine quantité de poudre, après avoir chargé cette petite mine, on bouche le trou avec un tampon chassé à force, afin que la poudre fasse un plus grand effet, on y met le feu par le moyen d'un morceau d'amadouë, qui, ne se communiquant à la poudre qu'au bout d'un certain tems, laisse aux ouvriers la liberté de se retirer; la mine ayant écarté & ébranlé les pierres, on en fait le deblais, & on repete la même manœuvre autant de fois qu'on le juge necessaire.

Avant de commencer la foüille des terres, il est de la derniere consequence d'en bien indiquer le transport, & savoir la quantité qu'il en faudra pour la construction du projet que l'on veut executer; ceux qui font ces projets doivent en donner des memoires, afin que les profils étant bien expliqués, on ne s'aprofondisse qu'à proportion des remblais qu'on aura à faire: c'est ordinairement la nature du terrain qui détermine le parti que l'on doit prendre; car si l'on peut creuser à sec jusqu'à 18. ou 20. pieds, on ne sera pas obligé

Digitized by Google

obligé de faire les fossés fort larges, parce qu'en les aprofondissant, on aura toûjours des terres sufisamment, & les ouvrages en seront de meilleure défense, à cause qu'ils seront moins decouverts: si au contraire le terrain est aquatique, & qu'on ne puisse s'enfoncer aussi avant qu'on le voudroit, sans être incommodé des eaux; alors on prend sur la largeur, ce que l'on ne peut tirer de la profondeur; mais, je le repete, toutes ces considerations doivent dépendre du projet, ainsi dans l'éxecution il ne s'agit que de bien diriger les atteliers. Cet article demande beaucoup de circonspection, & quoique la chose ne paroisse qu'une bagatelle, je crois qu'on conviendra qu'on n'a guere executé de grands travaux, sans qu'il ne soit arrivé quelque mal entendu dans le maniment des terres; ici, faute d'en avoir fait un amas assez considerable, avant d'élever les revêtemens, on est obligé, pour achever l'ouvrage, d'en raporter par de longs circuits qui augmentent les relais, par consequent la depense; là, pour n'y avoir pas fait assés d'attention, il s'en trouve une trop grande quantité, qu'il faut dans la suite transporter ailleurs, peut-être même auprès de l'endroit d'où on les avoit tirées, desorte qu'une toise cube, qui n'auroit dû être maniée que deux fois, l'une pour la transporter, l'autre pour la mettre en œuvre, a été promenée à differens endroits inutilement, ce qui en double ou triple la valeur; au reste je sai bien que cela n'arrive point à ceux qui ont une grande connoissance des travaux, parce qu'ils savent prevoir, dés le commencement de l'ouvrage, les suites des moindres choses.

Pour faire voir de quelle maniere on peut estimer assez juste la quantité de terre destinée à la construction d'un ouvrage, nous suposerons qu'on a tracé sur un terrain bien uni, & dans lequel on peut aprofondir à sec, un front de Poligone *ABCDEF*, dont le fossé est terminé par la Contrescarpe *GHI*, & que le rempart qu'on veut élever est exprimé par le profil *ABDKMX*: cela posé, comme la terre qu'on doit porter du côté de la place, & qu'on voit exprimé ici par *KKK*, &c. depend de l'élevation du rempart; nous ferons comme si le revêtement devoit avoir 30. pieds de hauteur, depuis le fonds du fossé jusqu'au cordon, & le fossé 18. pieds de profondeur; en ce cas, pour que toutes les parties du profil soient bien proportionnées, il faut que la hauteur *BC*, du rempart, du côté de la place, soit de 12. pieds & demi, la rampe *AC*, de 19. & demi, la largeur *CE*, de 30. la hauteur *ED*, de 14. la rampe *EG*, de la banquette de 3. sa largeur *GL*, de 4. & demi, & la hauteur *FG*, ou *HL*, de 15. & demi, enfin le parapet devant avoir 4. pieds & demi de hauteur, *KN*, sera de PLANCH. 7.

Digitized by Google

20. pieds, & *LN*, d'un & demi ; & si l'on fait abstraction des contreforts, & qu'on supose pour abreger, que le revêtement ait 5. pieds d'épaisseur au sommet, *MI*, sera de 18. pieds, & *VI*, de 13. Or si l'on cherche la superficie de toutes les parties dont nous venons de donner les dimensions, on trouvera qu'elles composent ensemble 907. pieds quarrés, d'où il faut retrancher la partie des contreforts, qui est au-dessus de la ligne horisontale *AT*, après en avoir fait la reduction, ainsi qu'on l'a enseigné dans l'article 46. du premier livre, & l'on trouvera qu'elle est équivalante à 26. pieds quarrés, qui étant retranchés de 907. la difference sera 881. pieds quarrés, quand on n'aura égard qu'au profil, mais qui deviendront des pieds cubes, en suposant que le profil a un pied dépaisseur. Si l'on veut savoir combien il faut de toises cubes de terre par toise courante, on reduira les 881 pieds, en toises quarrées, pour avoir environ 24. toises & demi, qui étant multipliées par une toise, donnera 24. pieds & demi de toises cubes, c'est-à-dire, que si la face d'un Bastion à 50. toises de longueur, il faudra à peu près 1225. toises cubes de terre pour former cette face.

Mais sans s'embarrasser de ce qu'il faut pour chaque partie du front, il suffira après avoir trouvé la superficie du profil *ABDHKMI*, & en avoir retranché les contreforts reduits, de diviser 881. pieds par la profondeur qu'on veut donner au fossé, c'est-à-dire par 18. & l'on trouvera environ 49. pieds, pour la largeur *RS*, de la tranchée, qui, ayant 18. pieds de profondeur fournira les terres necessaires à l'élevation du rempart ; ainsi traçant une ligne *LMNOPQ*, paralelle aux parties du front *ABCDEF*, ensorte qu'elle soit éloignée de 49, pieds du derriere de la muraille, on aura l'espace que doit occuper la tranchée dont je parle, puisqu'une toise courante de la vuidange de cette tranchée fournira des terres pour une toise courante de rampart, ce qui est bien évident, puisque 6. pieds de longueur, 49. de largeur, & 18. de profondeur, donnent 24. toises & demi cubes.

Selon l'estimation precedente, j'ai suposé qu'il étoit question des Bastions vuides, & dont le terre-plain seroit de niveau avec le rez-de-chaussée de la place. Si on avoit des raisons pour le faire autrement, soit pour y construire des souterrains, ou y élever des cavaliers, on pourra toûjours, en se reglant sur les profils, savoir de combien il faudra augmenter la largeur de la tranchée, pour avoir une quantité de terre suffisante, car j'entens qu'il faut toûjours en faire l'amas avant de construire le revêtement.

A mesure que l'on fait le deblais des terres, on les porte à 8. ou 10. toises du côté de la place ; si le terrain est de bonne consistan-

Digitized by Google

tance, & qu'on ne craigne pas les éboullemens, on donne aux Banquettes *OP*, qui doivent se trouver derriere le revêtement, le plus de hauteur qu'il est possible, & une largeur suffisante seulement pour se soûtenir, afin que quand la muraille sera élevée, l'on n'ait que peu de remblais à faire, ce qui diminuë la poussée des terres : à l'égard des Banquettes *ST*, qui se font du côté de la campagne, il faut leur donner beaucoup plus de largeur que de hauteur, afin que les travailleurs puissent les pratiquer commodement.

Quand on a creusé jusqu'à la profondeur *PS*, que doit avoir le fossé, on fait une nouvelle tranchée *PQRX*, pour les fondemens de la muraille, les terres qui en proviennent se jettent du côté de la campagne, & se transportent, aussi-bien que toutes celles qui étoient restées dans le Fossé, aux endroits marqués pour la construction des ouvrages de dehors ; on observe, à mesure qu'on en fait la vuidange, de laisser des témoins de distance en distance, ou des profils pour servir à faire les toisés.

CHAPITRE NEUVIE'ME.

De la maniere de faire les Fondemens des Edifices dans toute sorte d'endroits, & principalement dans le mauvais terrain.

IL semble qu'avant d'enseigner la Construction des Fondemens, j'aurois dû dire quelque chose sur les précautions que l'on prend pour se mettre en état de travailler dans les lieux aquatiques, expliquer la façon des batard'eaux que l'on construit pour se garantir des eaux étrangeres, ou pour faire des épuisemens avec le secours des machines que l'on a imaginées à cet usage ; détailler les proprietés de ces machines, afin de donner la préference à celles dont on peut se servir le plus utilement : c'est aussi ce que j'ai fait dans un Chapitre assés long que j'avois destiné à précéder immediatement celui-ci ; mais ayant fait réfléxion que sa véritable place devoit être dans l'Architecture Hidraulique, c'est-à-dire dans le second tome de cet ouvrage, je m'en suis tenu à ce dernier parti ; c'est pourquoi j'y renvoye le Lecteur.

La premiere connoissance, dont il faut être prévenu, est la nature des terrains qui se rencontrent en aprofondissant, & quoique leur diversité soit très-grande, on peut cependant la réduire à trois especes principales. La premiere est celle de tuf & de roc : ce dernier

Digitized by Google

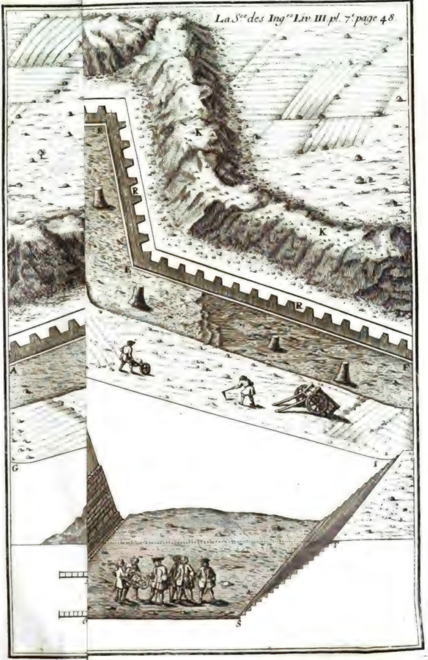
nier est facile à connoître par la résistance que les Terrassiers trouvent à foüiller.

La seconde espece de terrain est celle de Sable, dont on distingue de deux sortes; l'un est le Sable ferme & dur, sur lequel on n'hésite point à établir des fondemens; & l'autre le Sable mouvant, dont le peu de consistance ne permet pas qu'on travaille dessus, sans prendre quelque précaution pour prévenir les accidens. On distingue le Sable mouvant d'avec le ferme, par le moyen d'une sonde de fer, dont le bout est fait en *tariere*, afin de voir en la retirant la nature du fond qu'elle a percée. Lorsqu'elle résiste & qu'elle entre avec peine, c'est une marque que le Sable est dur; au lieu qu'on doit juger du contraire, si elle entre facilement: quand on est obligé de foüiller fort avant pour rencontrer le bon fonds, on allonge la sonde par le moyen de plusieurs branches de fer qui s'ajustent bout à bout avec des vis en écrouës. Il se rencontre dans les lieux aquatiques un Sable d'où il sort de l'eau quand on marche dessus, ce qui l'a fait nommer *Sable boüillant*, qu'on ne doit point confondre avec le mouvant, puisqu'il s'en trouve souvent sur lequel on peut asséoir des fondemens très-solides, comme nous le ferons voir ailleurs.

La troisiéme est celle de terre, dont on distingue de quatre sortes, la terre ordinaire, *la grasse*, *la glaise*, & celle de tourbe. La terre ordinaire se trouve dans les lieux secs & élevés: la terre grasse est presque toûjours composée de vase sans consistance, & ne se trouve guére que dans les lieux bas, on ne peut y fonder qu'avec de grandes précautions: pour la glaise, elle se trouve indifferemment dans les lieux hauts & bas; quand elle est ferme & qu'elle forme un banc d'une épaisseur considérable, on peut y fonder hardiment, pourvû qu'on soit sûr qu'elle se trouve par-tout d'une égale consistance, sans quoi il faudroit prendre des mesures convenables à la necessité: pour la terre de tourbe, elle ne se trouve que dans les lieux aquatiques & marécageux; c'est une espece de terre grasse, noire, & bitumineuse, qui se consume au feu après l'avoir fait sécher, & dont l'usage est très-commun aux Pays-Bas: il y a des gens qui prétendent que cette terre provient des differens accroissemens que certains cantons ont reçûs en s'élevant par la suite des tems; ce qui favorise cette opinion est qu'ayant foüillé dans un terrain tourbeux, on y a trouvé des arbres d'une grosseur considérable, & tous les autres vestiges d'un lieu qui a été autrefois découvert: au reste, il n'est point assés solide pour y asséoir des fondemens, à moins qu'on n'ait recours à ce que l'art & l'industrie peuvent fournir en pareil cas.

Indépendamment des soins qu'on doit prendre pour avoir une parfaite

Digitized by Google


K
K
R
R
A
F
G
I
S

parfaite connoiſſance du fond ſur lequel on veut travailler, il eſt bon de queſtionner les Ouvriers du Pays, il s'en rencontre toûjours quelques-uns à qui le bon ſens, & l'uſage continuel où ils ſont de travailler dans un même endroit, ont fait faire des remarques & des réfléxions, dont il eſt bon qu'on ſoit prévenû : ſouvent ces gens-là donnent plus de connoiſſance dans un quart-d'heure, qu'on ne pourroit en acquerir par de longues & pénibles recherches.

Nous propoſant de faire voir la maniere de fonder ſur toute ſorte de terrain, les differens moyens, qu'on va inſinuer, pourront s'apliquer à la Conſtruction des Edifices en general : cependant, comme nous avons principalement en vûë les ouvrages de Fortifications, on s'attachera plûtôt à donner des exemples qui leur ſoient aplicables, qu'à toute autre eſpece de Travaux ; c'eſt pourquoi les deſſeins de la huitiéme planche repréſentent des profils de remparts.

Fondement ſur le Roc.

PLANCH. 8. FIG. 3.

Les fondemens, qui ſe font à ſec, ſont aſſis ſur le roc, ou ſur un bon fond ; quand on fonde ſur le roc, on établit les aſſiſes par reſſauts s'il faut monter ou deſcendre, leur donnant le plus d'aſſiette qu'il eſt poſſible, & un pouce ou un pouce & demi de pente du devant au derriere, afin que la Maçonnerie qu'on veut élever ſe soûtienne parfaitement. Si le roc eſt trop uni, & qu'on aprehende que la Maçonnerie ne faſſe pas de bons arpemens, on le pique à coups de marteau têtu, & après avoir bien nétoïé les decombres, on l'aſſéoit en bain de bon mortier, & on l'encaſtre de quelques pouces. Si le roc ſur lequel on veut fonder, eſt diſpoſé de maniere que ſa hauteur puiſſe faire partie du mur, on lui addoſſe la Maçonnerie, & on y fait des écorchemens pour que l'un & l'autre puiſſent ſe bien lier enſemble ; par exemple, après avoir creuſé les Foſſez d'une Fortereſſe, on en revêtit ſon eſcarpe & ſa contreſcarpe, & au lieu qu'on auroit donné à la baſe du mur 10 ou 12 pieds, dans tout autre terrain, on ſe contente de ne lui en donner que quatre ou cinq ſuivant les reſſauts qu'on a formés, parce qu'alors n'ayant pas de grands remblais à faire, les revêtemens n'ont que peu de pouſſée, & même quelquefois point du tout.

Ces ſortes de revêtemens, quoiqu'aiſés à conſtruire en apparence, à cauſe qu'on n'a rien à apprehender de la part du fonds, rencontrent ſouvent bien des difficultés dans l'execution, quand il s'agit d'élever quelque Forteresſe au ſommet d'un rocher eſcarpé, où l'on ne peut faire quatre toiſes d'ouvrages ſans monter ou deſcendre, & où il faut quelquefois 10 ou 12 profils differens pour executer une ſeule piece. Les Ingenieurs, qui ſont travailler dans le Rouſſillon & dans les autres endroits Montagneux, ſeroient ſeuls capables de

donner de bonnes instructions pour se conduire dans de semblables terrains: je crois même qu'il n'y a guére que sur les lieux qu'on peut s'appercevoir des differentes pratiques dont on sera obligé de se servir, la necessité, avec un peu de génie, fournissant mille moyens pour surmonter les obstacles à mesure qu'ils se presentent. J'ai toûjours regardé ce Chapitre comme le plus difficile de ceux que j'avois à traiter, puisque, pour le rendre complet, il m'auroit falu de bons Mémoires generalement de tous les Ingenieurs en chef qui sont dans nos places; car il y a cela de fâcheux, qu'on ne peut passer de l'un à l'autre, sans rencontrer quelque changement dans la maniere de travailler, ce qui vient de la difference du terrain ou de la qualité des matériaux: mais si j'avois voulu embrasser toutes les parties d'un sujet aussi vaste que celui-ci, & en faire de même pour les autres, j'aurois été obligé d'entrer dans un détail immense qui m'auroit engagé (non pas à faire un Livre) mais une Bibliotheque; il a donc falu m'en tenir aux pratiques les plus essentielles, dans l'esperance que l'on me feroit grace de tout ce qui meritoit moins d'attention.

Quand on est obligé d'établir des murs sur un roc fort inégal par sa figure, & quelquefois par sa consistance, la plus grande difficulté est de r'accorder à une certaine hauteur les premieres assises de Maçonnerie qui doivent servir de Fondemens, & de les bien lier avec le roc: de tous les moyens qui sont venus à ma connoissance & dont on peut se servir en pareil cas, en voici un entr'autres pour lequel je pencherai beaucoup, & dont on s'est bien trouvé dans la construction de plusieurs grands ouvrages.

Fondement de pierrée.

Fig. 11. & 12.

Après avoir établi le terrain de la maniere qu'on le jugera le plus convenable, & avoir reglé l'épaisseur qu'il faudra donner aux fondemens, par raport à l'élevation de la muraille, il faut en border les allignemens avec des cloisons de Charpente, ensorte qu'elles composent ensemble un coffre dont le bord superieur soit disposé le plus horisontalement qu'il se pourra; car pour le bas il doit suivre la figure des ressauts & des differentes sinuosités qu'on aura été obligé de donner au roc: ayant fait un grand amas de pierrailles, il faut les corroyer avec du mortier; on pourra même si le roc est bon se servir des décombres qu'on en aura tirés après avoir réduit les plus forts quartiers à une grosseur médiocre qui ne doit pas passer celle du poing: il faut le lendemain, ou au plus tard deux jours après qu'on aura fait plusieurs tas de mortier de pierrées, avoir un grand nombre de Manœuvres dont les uns rempliront les coffres de ce mortier, tandis que les autres le battront à mesure que la Maçonnerie s'élevera avec des dames du poids de 30 livres ferrées par le

bout;

Digitized by Google

bout; (je crois qu'il n'eſt pas beſoin de dire qu'elle doit être aſſiſe immédiatement ſur le roc dans lequel elle doit être encaſtrée de 7 ou 8 pouces) lorſqu'elle a pris conſiſtance & qu'elle eſt ſuffiſamment ſéche, on détache les cloiſons pour s'en ſervir ailleurs; j'ajoûterai que quand on eſt obligé de faire quelque caſcade pour monter ou deſcendre, on ſoûtient la Maçonnerie par les côtez avec d'autres cloiſons diſpoſées en gradins, ainſi on ſurmonte le roc par des fondemens auſquels on donne la figure que l'on veut; car l'on doit entendre que j'apelle ici fondement, la Maçonnerie qui ſert d'empattement à celle que l'on veut élever par aſſiſe reglée, quoique cet empattement ne ſoit point enterré comme les fondemens ordinaires. Je n'en détermine point la hauteur, qui ſera ſi l'on veut de 3 à 4 pieds plus ou moins ſelon la neceſſité.

Pour que toutes les parties des fondemens ſoient bien liées enſemble & parfaitement unies avec le roc, il faut remplir les coffres ſans interruption ſur l'étenduë qu'on a jugé à propos d'embraſſer, obſervant de faire battre également par-tout, particulierement dans le commencement, afin que le mortier & les pierres s'inſinuent dans les écorchemens qui ſe trouveront figurés dans le roc, ſoit par le hazard, ou parce qu'on aura jugé à propos de les faire exprès, pour rendre la liaiſon plus parfaite.

Quand le roc eſt fort eſcarpé, on peut, pour ne point faire de remblais derriere les fondemens, ſe contenter d'établir une ſeule cloiſon ſur le devant pour ſoûtenir la Maçonnerie & remplir de pierrées l'intervalle qui ſe trouve depuis-là juſqu'à l'eſcarpement, ce qui rendra l'ouvrage encore plus ſolide.

Quand on a établi & bien arraſé, à la hauteur convenable, les fondemens ſur toute l'étenduë qu'on a embraſſée, on continuë à repeter la même manœuvre ſur le prolongement de l'ouvrage, obſervant de bien lier la vieille Maçonnerie avec la nouvelle; c'eſt-à-dire les pierrées faites depuis quelque-tems avec celle qu'on voudra y ajoûter; pour cela, il faudra toûjours faire en rampe les extrêmités des fondemens qu'on ſaura devoir être prolongés, jetter de l'eau deſſus, & bien battre la nouvelle Maçonnerie à meſure qu'elle ſera apliquée ſur la vieille.

De cette maniere l'on fera des fondemens, qui, venant à ſe durcir peu à peu, ne compoſeront par-tout qu'un ſeul corps ſi ferme & ſi inébranlable, qu'il ne faut pas aprehender qu'il ſe faſſe par la ſuite aucun affaiſſement ni rupture, ſoit qu'ils ſe trouvent inégalement chargés par le poids de la muraille qu'on aura élevée deſſus, ou que certaine partie du terrain moins ſolide que l'autre céde ou ſe détache, comme cela arrive quelquefois.

Digitized by Google

Quand on eſt dans un Pays où la Chaux eſt bonne, je ſuis perſuadé que de toutes les Maçonneries, il ny en a point de plus excellente que celle que je viens de décrire, & qui ſoit plus commode dans une infinité d'occaſions, ſouvent l'on creuſe des fondemens dans un terrain qui ſera ferme en un endroit & douteux à quelque pas plus loin, ce qui eſt cauſe que les murs s'affaiſſent inégalement; ſi les fondemens ſont faits de pierrées, il ne faut pas apprehender qu'étant d'une certaine épaiſſeur, il ſe faſſe jamais quelque rupture, quand bien même il y auroit des parties qui porteroient à faux, ce que l'on ne peut pas attendre de la Maçonnerie ordinaire, ſur-tout quand elle eſt faite de groſſes pierres, à cauſe que le mortier s'y attache moins & ſujet à taſſer plus en un endroit qu'à l'autre: c'eſt ce qui a fait dire à Vitruve, que la Maçonnerie faite avec de petites pierres étoit plus indiſſoluble que les autres. Mr. Perrault, dans le Commentaire qu'il a fait de cet Auteur, fait voir en pluſieurs endroits de ſes Notes, que les Anciens faiſoient ſouvent de la Maçonnerie de pierrées, non-ſeulement pour les Fondations épineuſes, mais encore dans une infinité d'occaſions, comme on en peut juger par les monumens qui reſtent, où l'on remarque que tous les Ouvrages faits dans ce goût-là ſe ſont durcis au point de ſurpaſſer la ſolidité du marbre: car il faut convenir, qu'il n'y a point de pierre ſi dure qu'elle puiſſe être qu'on ne rompe, & dont on ne tire aiſément des éclats; au lieu que d'un maſſif fait de mortier de pierrées, on n'en peut ſéparer les parties que ſucceſſivement.

Quand on eſt dans un Pays où la pierre dure eſt fort rare, je crois qu'on pourroit en toute ſeureté faire les ſoûbaſſemens des gros murs avec une bonne pierrée, la difficulté eſt ſeulement d'avoir d'excellente Chaux: il eſt vrai que la grande quantité qu'il en faut rend cette Maçonnerie fort chere; mais cela ne doit point en diminuer le mérite quand il s'agit d'un Ouvrage de conſequence: on en voit périr tous les jours pour y avoir regardé de trop près en les conſtruiſant, & quand il faut les réparer, on s'aperçoit trop tard des inconveniens d'une œconomie mal-entenduë; cependant, tout bien conſideré, la Maçonnerie de pierrée ne coûtera jamais celle de Pierre de Taille, l'on pourroit ſeulement trouver à redire que voulant l'employer pour des ſoûbaſſemens ou pour des fondemens découverts, le coup d'œil ne ſeroit point ſatisfait de voir un parement brut, & d'une aſſés vilaine figure; mais il eſt aiſé d'empêcher cela, en faiſant avant la conſtruction deux eſpeces de mortier, l'un mêlé de pierrailles comme celui dont nous venons de parler, & l'autre de gros graviers: ſi l'on étoit dans un Pays où il y eût deux

ſortes de Chaux, il faudroit employer la meilleure pour la compoſition de ce dernier, & la moindre pour celle de l'autre, & les employer comme il ſuit.

Quand on travaillera ſur le roc, on commencera à jetter au fond du coffre un lit de mortier fin, parce qu'il s'y attachera mieux que l'autre; enſuite des manœuvres qui doivent remplir le coffre, on en choiſira un nombre pour porter du mortier fin, lui recommandant de le jetter contre le bord interieur du coffre, j'entends contre le bord qui ſoûtient le parement, & le reſte ſera rempli de mortier de pierrée: ſi cela eſt bien conduit, le mortier fin ſe liant avec l'autre formera contre la cloiſon un parement uni, qui, venant à ſe durcir, fera le même effet que la pierre; on pourra même, ſi l'on veut, au bout de quelque tems, pour une plus grande imitation, y figurer des joints.

Les Fondemens, qui ſe font encore à ſec ſur un terrain de bonne conſiſtance, & qui ne preſente aucun obſtacle conſiderable à ſurmonter, ſe conſtruiſent ſans beaucoup de miſtere. On prépare le terrain comme on l'a veu dans le Chapitre précédent, & après avoir creuſé la tranchée de la largeur & de la profondeur déterminées par les profils, on lui donne un talud allant du devant au derriere, proportionné à l'épaiſſeur que doivent avoir les fondemens, afin que le revêtement ſoûtienne mieux la pouſſée des terres. Par exemple ſur 12 pieds d'épaiſſeur, on donnera 6 pouces de talud, ainſi des autres dont le talud ſera toûjours à peu-près la 24 partie de l'épaiſſeur: on établit la premiere aſſiſe de gros libages plats poſés en bain de bon mortier (quoique bien des gens aiment mieux les poſer à ſec, leur entre-deux garni de mortier) ſur cette premiere aſſiſe on en éleve une autre dont les allignemens ſont compoſés de boutiſſes & de panneresſes en liaiſon alternative, les boutiſſes ayant au moins 18 pouces de queuës & d'une groſſeur raiſonnable principalement ſur le devant; car pour le derriere on ſe contente d'y poſer les plus gros quartiers de pierre, le milieu ſe remplit de moîlons à bain de mortier; quand il eſt brut, les intervalles ſe garniſſent par le petit moîlon enfoncé dans les joints le plus avant qu'on peut, & bien arraſé, on continuë de même pour les autres aſſiſes, obſervant tant qu'il ſe peut de conduire l'ouvrage de niveau ſur toute ſa longueur: on fait obſerver aux Maçons des retraites du côté du Foſſé, de maniere que le prolongement du talud de la muraille qu'on veut élever ne porte point à faux, & afin qu'ils puiſſent mieux ſe conformer au profil qui en aura été fait, il eſt à propos de leur en donner un deſſein en grand, exactement cotté, pour qu'ils ſachent la hauteur & la largeur des re-

Fondement ſur un terrain ordinaire & de bonne conſiſtance.

traites, cette partie de l'ouvrage étant de conſéquence.

Quoique le bon fond ſe trouve ordinairement plûtôt ſur les terrains élevés, que dans les autres bas & aquatiques, il s'en rencontre pourtant d'excellents dans ces derniers, comme ſont ceux de gravier, de marne, de glaiſe, d'autres d'une certaine terre bleuâtre qui eſt le plus ſouvent de bonne conſiſtance, j'y comprendrai même le Sable boüillant qui eſt fort bon quand on ſait s'y conduire avec adreſſe: on établit des fondemens ſur tout ces terrains avec aſſés de confiance, c'eſt pourquoi je ne m'y arrêterai pas.

L'on eſt quelquefois contraint de creuſer ſi avant pour trouver le bon fond, qu'on ne peut élever les fondemens juſqu'au rez-de-Chauſſée ſans des dépenſes extraordinaires; en ce cas, Philbert de Lorme, Scamozzy, & pluſieurs autres Architectes après eux, propoſent de faire des piliers de diſtance en diſtance pour y élever des décharges, afin qu'à peu de frais l'on puiſſe gagner le rez-de-Chauſſée.

Fondement par arcades ou décharges.

Comme le terrain, ſur lequel on voudroit fonder les piles, peut ſe trouver d'inégale réſiſtance, il ſeroit à craindre que par la ſuite le terrain de deſſous, quelques piles venant à s'affaiſſer, ne cauſât une grande rupture aux arcades, par conſéquent aux murs qui ſeroient élevés deſſus: pour prévenir cet inconvenient on a crû que le meilleur moyen étoit de faire, entre les piles, des arcades renverſées, afin que ſi une des piles étoit moins aſſurée que les autres, elle ſe trouvât arcboutée par les arcades voiſines, qui ne pouvant céder à cauſe qu'elles ſont ſoûtenuës par les terres qui ſont au-deſſous, il n'eſt pas poſſible que la pile puiſſe changer de ſituation, quand bien même elle porteroit à faux.

Maniere de détourner les ſources.

Il arrive ſouvent, qu'en voulant établir des Fondemens on rencontre des ſources qui incommodent beaucoup le travail: il y a des gens qui prétendent les éteindre, en jettant deſſus quantité de cendre mêlée de Chaux vive; d'autres veulent remplir de vif-argent les trous par où elles ſortent, afin que par ſon poids il les contraigne à prendre leur cours d'un autre côté. Je crois que tous ces expediens ne ſont bons que dans la ſpeculation, & qu'ils ne réüſſiſſent guére quand on veut les mettre en œuvre; le meilleur parti eſt de travailler promptement, & pour ne point être inondé à un certain point, il faut diriger les eaux par petites rigoles que l'on amenera à un puits fait au-delà de la tranchée, d'où on les tirera par des machines à meſure qu'elles viendront, on leur laiſſera le cours libre depuis leur origine juſqu'à ce puits, bordant les petites rigoles de chaque côté avec des Briques pour former de petits canaux que l'on

Digitized by Google

l'on couvrira de pierres plattes, ainſi tout le fond de la tranchée ſera mis à ſec: cependant, pour prévenir que les ſources ne deviennent par la ſuite nuiſibles aux fondemens, il faut pratiquer dans la Maçonnerie des petits acqueducs, afin de leur laiſſer un cours libre du côté qui conviendra le mieux.

Il arrive quelquefois qu'un terrain ſur lequel on veut fonder ne ſe trouve pas bon, & que voulant aprofondir pour en chercher un meilleur, on le rencontre encore plus mauvais; en ce cas, il vaut mieux ne s'enfoncer que le moins qu'on pourra, & établir, ſur toute la longueur des fondemens, un bon grillage aſſemblé avec des longrines & traverſines de 9 à 10 pouces de groſſeur, les vuides ou celulles qu'elle forme ſe rempliſſent d'une bonne Maçonnerie de Brique ou de Moîlon: il y en a qui couvrent le tout d'un plancher de gros madriers bien arrêtés ſur le grillage avec des chevilles de fer enfoncées à tête perduë; comme ce plancher paroît d'une dépenſe aſſés inutile, il ſuffit d'élever la maçonnerie immediatement ſur le grillage, obſervant de faire le parement de bonne pierre de taille juſqu'au rez-de-Chauſſée, & même plus haut ſi l'ouvrage en merite la peine. Comme ces ſortes de fondations ne ſauroient avoir de trop grands empattemens, il eſt bon de faire le grillage d'un pied & demi ou deux plus large que n'euſſent été les fondemens, ſi on les avoit établis dans un bon terrain; & afin de prévenir tout accident, il convient d'attacher ſur le bord du grillage du côté du foſſé, un heurtoir de 8 ou 10 pouces au moins, qui, régnant ſur toute la longueur des fondemens, empêchera que le pied du revêtement ne puiſſe gliſſer, ſur-tout s'il étoit aſſis ſur un plancher, ce qui n'eſt pas ſans exemple. A Bergue St. Vinoc, où le terrain eſt fort mauvais, il eſt arrivé que le revêtement de la face d'une demi lune s'eſt détaché, & a été gliſſé tout d'une piece juſques dans le milieu du Foſſé: cela s'eſt fait avec des circonſtances ſi ſingulieres, à ce que j'ai appris par les Ingenieurs qui étoient alors dans cette place, que cet accident ſemble tenir quelque choſe du merveilleux.

Fondemens avec des grillages.

Cette façon de fonder n'eſt pas toûjours bonne dans toute ſorte de terrain, auſſi ne l'emploie-t-on guéres que dans de petites parties de fondation, qui, n'étant point ſi bonnes que celles qui leur ſont contiguës, ne laiſſent pas la liberté d'approfondir davantage ſans de grands inconveniens: cependant, on peut la rendre excellente dans un terrain aquatique, ſi, après avoir poſé le grillage, on enfonce dans les celulles, des pilots de *remplage* ou de *compreſſion* ſur toute l'étenduë des fondemens; ces pilots doivent être plantés au nombre d'un ou deux ſeulement dans chaque celulle diagonalement opo-

Fondation ſur pilotis.

Digitized by Google

oposés, & pour mieux assurer les fondemens, on pourra, si on le juge nécessaire, battre tout au tour du bord qui répond au Fossé, des pilots de bordage ou de gardes posés près à près, & le long de ces pilots un fil de palplanche pour empêcher le courant des eaux, s'il s'en trouve, de dégravoyer la Maçonnerie; les vuides du grillage, autour de la tête des pilots, doivent être remplis de gros quartiers de pierre, & après les avoir bien arrassés on asseoira la Maçonnerie élevée par assise reglée, afin qu'elle porte également par tout.

Autre maniere de fonder sur pilotis. Fig. 1. & 2.

Quoique cette maniere de fonder soit bonne, je crois pourtant qu'on ne feroit pas mal d'y changer quelque chose pour la rendre encore plus solide. C'est de commencer par enfoncer des rangées de pilots tout le long des fondemens, par exemple pour un revêtement de rempart, après avoir tracé l'épaisseur que doivent avoir les fondemens & les contreforts, on enfoncera au refus du mouton quatre rangées de pilots, une sur l'allignement exterieur, l'autre sur l'interieur, & deux dans le milieu; ensorte que les pilots soient separés les uns des autres d'environ deux pieds. On en plantera deux sous les angles des contre-forts, & deux autres entre la queuë & la racine, comme on le remarque dans le premier profil, où les têtes de ces pilots sont ponctuées: après les avoir récépés à niveau, on appliquera dessus des racinaux ou longrines, & sur ces longrines un rang de traversines pour former un grillage, dont chaque croisée sera bien clouée & arrêtée sur la tête du pilot qui lui répond, & selon cette maniere le grillage sera incomparablement plus ferme que dans la pratique précédente: après cela on enfoncera des pilots de remplage, & l'on pourra élever la Maçonnerie en toute seureté.

Attention sur la maniere de piloter.

Quand on enfoncera des pilots, il faut avoir égard d'employer toûjours les plus longs & les plus forts sur les bords des fondemens, puisque si l'ouvrage a quelque danger à craindre par la suite, ce sera plûtôt de ce côté-là qu'il manquera, que dans le milieu: pour travailler avec précaution, il y a bien de petites attentions à faire sur la maniere de piloter; &, pour ne rien obmettre, voici comme on pourra s'appercevoir de quelle longueur & de quelle grosseur on doit employer les pilots selon le terrain où l'on aura à travailler.

Il faut enfoncer un pilot jusqu'au refus du mouton, ensorte qu'on puisse connoître à quelle profondeur le fond fait une assés grande résistance, pour s'oposer fortement à la pointe; ainsi sachant de combien il sera enfoncé, on verra à peu-près la longueur qu'il faudra donner; je dis à peu-près, devant les faire un peu plus longs que celui qui aura servi de sonde, puisqu'il se peut rencontrer des endroits,

Digitized by Google

droits, où le terrain résistant moins, ils pourront aller plus avant.

La longueur de pilots étant déterminée, il faut, pour y proportionner leur grosseur, qu'ils ayent de diamettre environ la 12 partie de leur longueur, c'est-à-dire, que ceux qui auront 12 pieds, doivent avoir environ 12 pouces de diamettre. Mais cette regle ne doit avoir lieu que pour les petits pilots depuis 6 pieds de longueur jusqu'à 12; car quand ils en ont 18 ou 20, il suffit de leur donner 13 ou 14 pouces de diamettre, autrement il faudroit employer des arbres trop recherchés, ce qui augmenteroit considérablement la dépense.

On sait que pour enfoncer les pilots, on les fait en pointe de diamant; il faudra prendre garde de ne pas faire cette pointe trop longue ni trop courte: car si elle est trop courte elle ne s'enfoncera pas aisément, & si elle est trop longue elle se trouvera affoiblie, de maniere que pour peu qu'elle rencontre des parties qui lui résistent, elle s'émoussera; le mieux est de lui donner pour longueur une fois & demi ou deux fois au plus le diamettre du pilot. Quand le terrain dans lequel on les enfonce ne résiste pas beaucoup, on se contente de brûler cette pointe pour la durcir, on en fait de même à la tête pour empêcher que les coups de mouton ne l'éclatent; mais si l'on s'aperçoit qu'il se rencontre dans le terrain des pierres ou quelqu'autre chose qui résiste fortement & en émousse la pointe, on l'arme d'un *sabot* de fer, qu'on nomme aussi *lardoir*, qui est retenu par trois ou quatre branches clouées au pilot, l'on couronne aussi la tête du pilot d'une ceinture de fer que l'on nomme *frette*, pour la tenir serrée contre les coups de mouton, & pour lors l'on dit que les pilots sont *frettés*: l'on proportionne comme j'en ai déja fait mention la distance des pilots à la quantité qu'on croit avoir besoin selon la qualité du terrain; mais au plus près qu'on puisse les mettre, il faut au moins qu'ils soient separés l'un de l'autre de l'intervalle d'un de leur diamettre, afin qu'ils aïent assés de terre pour les entretenir.

Quand on veut garnir les devant des Fondemens par des pilots de bordage, on y fait quelquefois des rainures qui se répondent diamétralement, dans lesquels on introduit des palplanches, on choisit les pilots les plus droits que l'on équarrit pour être employés plus facilement, la largeur des rainures se proportionne à l'épaisseur des palplanches; mais on leur donne environ un pouce de plus pour qu'elles puissent s'y introduire sans difficulté; ainsi quand les palplanches ont deux pouces d'épaisseur, les rainures doivent en avoir trois de largeur sur deux de profondeur. On observera aussi que l'épaisseur des palplanches doit être reglée sur leur longueur, par exem-

 ple

Digitized by Google

ple si elles ont 6 pieds, elles doivent avoir au moins 3 pouces, si elles en ont 12 qui est ordinairement la plus grande longueur de ces sortes de bois, leur épaisseur sera de quatre pouces.

Pour assembler les pilots avec les palplanches, on commence par enfoncer deux pilots à plomb à une distance proportionnée à la largeur des palplanches qui est le plus souvent de 12 à 15 pouces, ensuite l'on enfonce une palplanche avec le mouton pour la faire entrer à force entre les deux rainures, de façon qu'elle écarte tant soit peu le pilot; après cela on plante un autre pilot & une palplanche, l'on continuë de la même maniere à battre alternativement un pilot & une palplanche. Si le terrain résiste à la pointe des palplanches, on les arme d'un sabot de fer, & on les frette ainsi que les pilots.

Quoique de tout tems on se soit servi de pilots pour affermir un mauvais terrain, il se rencontre neanmoins bien des occasions où il seroit dangereux de les employer; par exemple, s'il étoit question d'un endroit aquatique où il y eut un grand nombre de sources, il ne faut pas croire que les pilots soient fort utiles pour y établir des fondemens, mais au contraire, puisqu'on a remarqué qu'en les enfonçant on éventoit les sources, qui fournissoient de l'eau avec tant d'abondance, que le terrain devenoit incomparablement plus mauvais qu'il n'étoit auparavant: & ce qu'on trouvera assés extraordinaire, c'est qu'ayant enfoncé des pilots à refus de mouton avec autant de difficulté que si ç'avoit été dans un bon fonds, on étoit étonné de voir que ces mêmes pilots étoient sortis de terre le lendemain, ou quelques heures après, parce que l'eau des sources les avoient repoussés en faisant effort pour sortir, desorte qu'il falut renoncer à s'en servir davantage, & avoir recours à quelqu'autres moyens beaucoup plus difficiles à executer, que ceux dont on auroit pû se servir d'abord, si au lieu de faire naître des difficultés, on avoit cherché à les prévenir; ce qui fait voir la necessité de raisonner meurement sur la nature du travail que l'on a à faire, avant de mettre la main à l'œuvre.

L'inconvenient que nous venons de remarquer arrive le plus souvent dans les lieux où l'on rencontre du Sable boüillant qui est une espece de terrain, qu'il importe fort de bien connoître: car comme l'eau qui boüillonne en sortant de terre quand on passe dessus ne vient que de l'abondance des sources qui s'y trouvent, il faut bien prendre garde de ne pas l'éventer en voulant s'y aprofondir; puisque, plus on voudra s'obstiner à y creuser des fondemens, moins l'on sera en état de les executer: le meilleur parti est de

Digitized by Google

de ne s'y enfoncer que le moins qu'on pourra, & ensuite fonder hardiment & sans autre sujetion que celle que nous allons décrire.

Ayant tracé les allignemens & fait les amas de matériaux necessaires, on ne découvrira le terrain qu'à mesure qu'on fera la maçonnerie; c'est-à-dire que si on peut faire par jour 6 toises courantes de fondemens, on n'en découvrira pas davantage; ensuite l'on asseoira avec le plus de diligence qu'il sera possible une premiere assise de gros libages plats, & sur celle-ci une autre bien arrangée à joints recouverts en bain de bon mortier composé de terrasse ou bien de cendrée de Tournay, sur cette seconde une toisiéme, ainsi de suite avec toute la promptitude possible, pour ne pas donner le tems aux sources d'innonder le travail, comme cela est assés ordinaire. Il arrive quelquefois que l'on voit flotter les premieres assises, & que la Maçonnerie semble ne pouvoir prendre consistance; mais il ne faut pas s'en allarmer, aller son train, & continuer toûjours s'il est possible sans interruption, & quelque tems après la Maçonnerie s'affermira comme si elle étoit établie sur le roc: c'est pourquoi l'on peut élever le reste sans aprehender que l'ouvrage manque par le pied, ni que les fondemens s'enfoncent guéres plus, après avoir reçûs toute leur charge, qu'ils l'étoient au commencement; il faut seulement prendre garde sur toute chose de ne pas creuser autour, crainte d'y attirer l'eau de quelque source qui pourroit dégravoïer la Maçonnerie, & causer de grands dommages: enfin, je dirai pour justifier cette maniere de fonder, qu'on ne s'y prend pas autrement à Douay, Lille, & Bethune, quand il est question de revêtir quelque ouvrage de Fortification dans un terrain comme celui-ci qui y est assés ordinaire. Fondation sur le sable boüillant.

A Arras & à Bethune il y a encore un terrain tourbeux qu'il est necessaire de connoître pour pouvoir y fonder hardiment: ayant cela de particulier, que dès qu'on veut creuser un peu avant, il en sort une quantité d'eau prodigieuse. Après avoir tenté toutes sortes de voyes, on a trouvé que le plus court & le plus sûr parti étoit d'y fonder hardiment avec de bons matériaux, ne s'enfonçant que le moins qu'il est possible sans employer ni grillage, ni pilots, & l'ouvrage se maintient ferme & solide sans courir aucun risque.

Quand on rencontre de semblables terrains que l'on ne connoît point parfaitement, il est bon de ne le sonder qu'à une certaine distance de l'endroit où on le veut travailler, parce que si l'on venoit à creuser trop avant, & qu'il en sortit une grande quantité d'eau, on n'en sera pas incommodé. C'est ici où je crois qu'on pourroit se servir mieux que par-tout ailleurs de la Maçonnerie de pierrées dont

 j'ai

j'ai parlé ci-devant; car comme elle est d'une prompte execution, & que toutes les parties se lient bien, on pourra en y mêlant de la terrasse de Hollande & de la Cendrée de Tournay, faire un massif excellent, auquel donnant seulement deux pieds ou deux pieds & demi d'épaisseur, on formera une espece de banc sur lequel on pourra élever la Maçonnerie plus seurement que si l'on faisoit un grillage, & même que si l'on avoit rencontré un sable ou un gravier bien ferme; mais quand on prend ce parti il faut donner beaucoup d'empattement à la Fondation, afin qu'embrassant une plus grande étenduë elle soit établie plus solidement.

Il y a encore une autre maniere de fonder par coffres, qui est bien differente de celle dont j'ai parlé jusqu'ici; on s'en sert dans les lieux où les terres n'ont point de cervelles & où l'on a à se garentir des sources & des éboulemens, on commence par creuser à une profondeur convenable, un espace de quatre à cinq pieds de longueur & dont la largeur est reglée sur l'épaisseur que doivent avoir les Fondemens: on se sert de madriers d'environ deux pouces d'épaisseur que l'on aplique de long des bords de la tranchée pour en soûtenir les terres, les maintenant avec des étraisillons qui traversent la fondation d'espace en espace, & dont les bouts sont apuyés & chassés à force contre les madriers oposés; après avoir coffré ainsi jusqu'à la profondeur où l'on peut atteindre sans être inondé, on remplit ce coffre d'une bonne Maçonnerie, quand les madriers se trouvent apuyés par la Maçonnerie, on ôte les étresillons à mesure. Quand ce coffre est bien rempli, on en creuse à côté un autre semblable, dont la longueur aussi-bien que celle du premier dépend de la facilité que l'on a d'embrasser un espace plus ou moins grand sans être incommodé des sources: cependant, malgré les précautions que l'on peut prendre, il arrive souvent que l'eau pousse tout d'un coup sans qu'on puisse l'empêcher; mais il est facile de la surmonter, car comme le terrain n'est guére découvert, un peu de célérité vous met bien-tôt hors d'embaras, au lieu que si l'on s'y prenoit autrement, on se trouveroit innondé de toute part d'un nombre de sources qui se déclareroient en même tems, qu'on ne pourroit éteindre sans des difficultés presque insurmontables.

Ayant fait trois ou quatre coffres de suite, & la Maçonnerie des premiers étant bien affermie, on fait ensorte d'en retirer les madriers pour s'en servir ailleurs, & si on ne peut avoir ceux qui sont au fonds, sans courir risque de donner une issuë à une source qu'on auroit surmontée, on prend le parti de les abandonner.

Quand

Digitized by Google

Quand on veut élever quelque édifice dans l'eau, où l'on ne peut faire d'épuisement, (comme dans la mer) on a recours à une maniere de fonder, qui paroîtra d'abord être peu solide, mais qui est pourtant de durée, quand on y aporte toutes les precautions necessaires ; ces sortes de fondemens s'apellent *à Pierre perduë*, ou *Enrochement* ; voici comme on les pratique.

Fondement de pierre perduë.

On commence par remplir de pierres une grande quantité de batteaux, que l'on conduit près de l'endroit où on veut les employer ; on profite du tems que la Marée est basse pour établir les alignemens, & égaliser autant qu'il est possible le fond sur lequel on veut travailler, qui doit être non seulement de toute la capacité que doit occuper l'édifice qu'on a en vûë, mais beaucoup au-delà, afin d'avoir une Berme considerable, qui regnant au tour de la muraille, en assure davantage le pied : tous les materiaux étant prêts d'être employés, & ayant choisi le tems le plus convenable, on jette un lit de pierre de Moilonage telle qu'elle sort de la carriere, ou des cailloux ; sur ce lit-ci on y en fait un autre de Chaux, mêlée de Pozzolane ou de Terrasse ; après cela on jette encore un autre lit de Moilon ou de cailloux, qu'on couvre derechef de Chaux & de Pozzolane, on continuë alternativement un lit de pierre, & un autre de Chaux & de Pozzolane, & il se fait sur le champ un mastic qui rend cette Maçonnerie dure & solide, comme celle qui seroit faite avec plus de précaution, par la proprieté admirable de la Pozzolane & de la Terrasse ; car quoi qu'on ne puisse pas travailler de suite, à cause des tourmentes de la mer, ou de la trop grande hauteur des eaux, on peut continuer par reprise sans que cela porte aucun préjudice à la bonté de l'ouvrage. En jettant les pierres on a soin de répendre les plus grosses vers le bord, où l'on observe de faire un talud qui soit au moins de deux fois sa hauteur. Après que l'enrochement sera élevé aussi haut qu'on l'aura jugé necessaire, pour atteindre son rez-de-Chaussée, & pour n'être point submergé, il est bon de le mettre à l'épreuve pendant plusieurs années, des tourmentes de la mer, & pendant ce tems-là, il faut le surcharger de tous les materiaux necessaires pour l'établissement de l'édifice qu'on veut élever, & même au-delà s'il se peut, pour lui donner tout le poids qu'il pourra jamais porter, afin qu'il s'affaisse dans tous les endroits où le sable peut être moins assuré. Quand au bout d'un certain tems, l'on voit qu'il ne lui est arrivé aucun accident considerable, on établit dessus de bons grillages couverts d'un plancher de gros madriers, sur lequel on asseoit l'édifice. FIG. 6. & 7.

Quand on peut battre des pilots tout autour de l'espace que doit occu-

occuper l'enrochement, on pourra y faire un bon empattement, qui garantira le pied des degravoyemens qui pourroient arriver dans la suite, & par ce moyen l'ouvrage en sera bien plus assuré, & n'aura en quelque façon rien à craindre; l'on a aussi soin de faire au pied la muraille une risberme composée de facinage & de grillage, comme on le pratique aux jettées, pour empêcher que dans un gros tems il ne survienne des vagues qui pourroient saper le mur: malgré toutes les precautions qu'on peut prendre, il est toûjours bien dangereux de bâtir dans la mer; cependant, nous avons en France plusieurs édifices de la nature de ceux dont je viens de parler, qui subsistent depuis long-tems, sans qu'il leur soit arrivé aucun accident.

Je viens de suposer un enrochement fait dans la mer, pour montrer comme on peut surmonter les plus grands obstacles qui se rencontrent en fondant; mais il y a une infinité d'autres endroits où on peut s'en servir utilement & avec bien plus de succés, comme dans les rivieres, les lacs, les étangs, & tous les lieux où on ne peut parvenir à établir de fondemens à sec. Vitruve, dans le 12. Chapitre de son 5. Livre, parlant des jettées qui se font aux ports de mer, détaille assez bien la Maçonnerie à pierre perduë, ce qui joint à d'autres recherches que j'ai faites sur ce sujet, j'en aurois pû parler plus à fond que je ne viens de faire; mais, comme ces sortes d'ouvrages apartiennent à l'Architecture Hidraulique, on trouvera dans le second volume de quoi se dedommager de ce qui manque ici, je n'en aurois même fait aucune mention presentement, si je n'avois crû qu'il étoit à propos de donner dans ce Chapitre une idée generale de toutes les differentes manieres de fonder.

Il y a encore un autre moyen de fonder dans les endroits que nous venons de suposer, qui est de se servir de Caissons dans lesquels on maçonne à Chaux & à Sable; ces Caissons ne sont autre chose qu'un assemblage de charpente bien calfaté: on commence par les conduire & les arranger tous d'allignement à l'endroit où l'on veut fonder, on les arrête par des cables qui passent dans des anneaux de fer qui sont attachez aux Caissons: après les avoir bien disposés, on y met des Maçons qui les remplissent de bonne Maçonnerie; à mesure que l'ouvrage avance, le poids des pierres fait enfoncer les Caissons dans l'eau jusqu'à ce qu'ils ayent atteint le fond, c'est pourquoi l'on proportionne la hauteur des Caissons à la profondeur de l'eau qu'il y a dans le lieu où l'on travaille, & l'on observe même de les faire deux ou trois pieds plus hauts, afin que les ouvriers n'en soient point incommodés; mais quand la profon-

Digitized by Google

fondeur de l'eau eſt conſiderable, & qu'on ne peut pas atteindre le fond ſans donner aux Caiſſons une hauteur extraordinaire, on prend le parti d'en augmenter la hauteur avec des hauſſes, à meſure qu'il approche du fond.

Quelquefois l'on établit les Caiſſons ſur un enrochement quand le lit ſur lequel on veut fonder n'eſt pas uni, ſoit à cauſe des trous, ou des petits bancs de ſable, ou bien quand les eaux ſont par trop hautes. FIG. 4. & 5.

Si l'on vouloit raporter toutes les differentes manieres de fonder ſelon les occaſions qui ſe peuvent preſenter, je ne finirois jamais: c'eſt pourquoi je me tiendrai à l'idée que je viens d'en donner, me reſervant pourtant d'entrer encore dans quelque détail ſur ce ſujet quand la choſe en meritera la peine, comme par exemple, pour les fondemens des Ponts de Maçonnerie, des Ecluſes, & autres ouvrages, qui demandent beaucoup d'attention, pour les établir ſolidement, & que j'ai traité à fond dans le ſecond volume; cependant le peu que je viens d'inſinuer pourra donner aſſés de connoiſſance à ceux qui ont deſſein de s'appliquer à l'Architecture, pour que d'eux mêmes ayant un peu de pratique & d'intelligence, ils puiſſent faire le choix qui conviendra le mieux, entre les differens moyens que je propoſe.

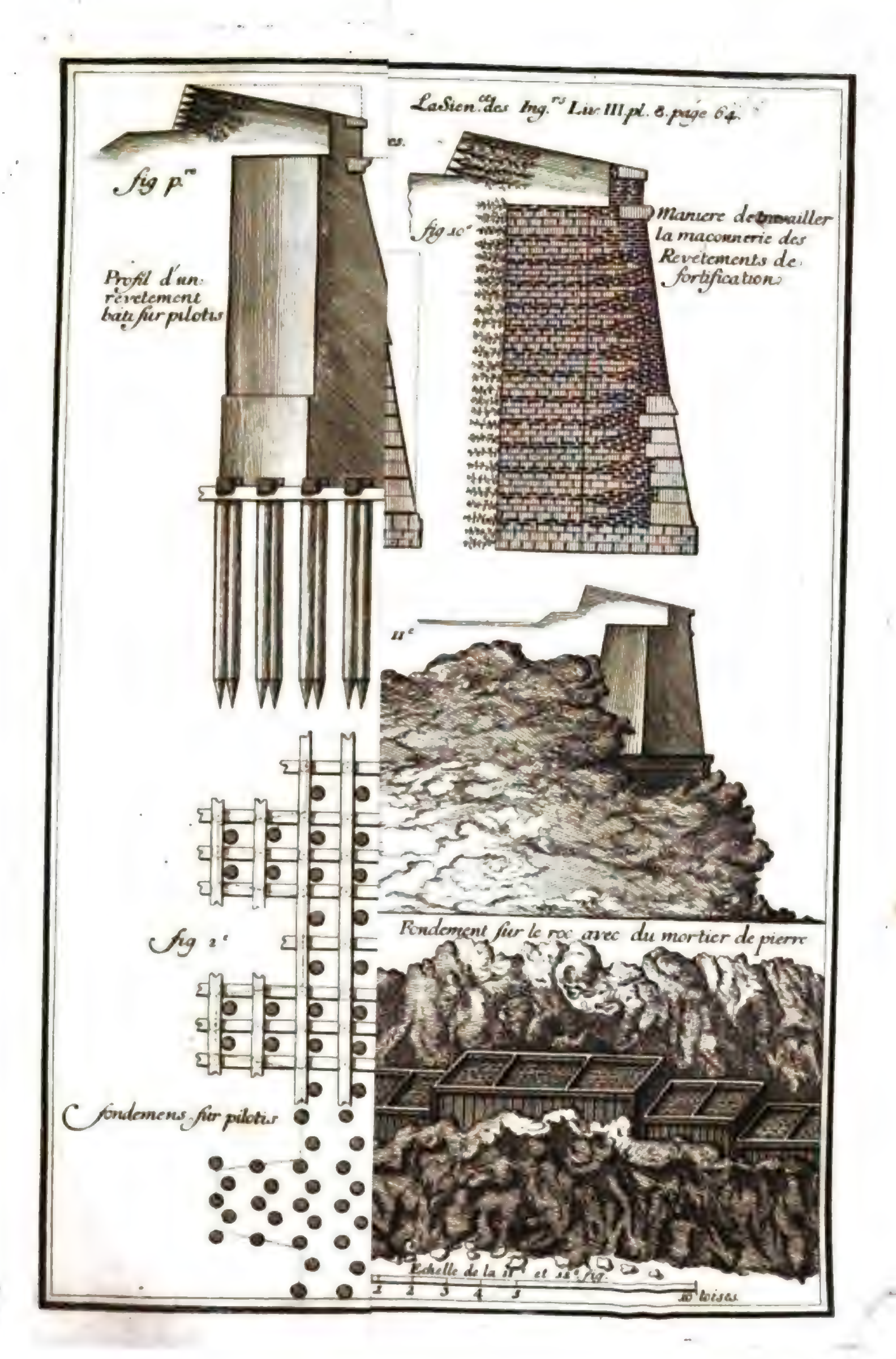
Je n'ai point parlé juſqu'ici de la profondeur qu'il falloit donner aux fondemens, parce qu'il eſt aſſés difficile de la determiner, dependant en quelque ſorte de la nature du terrain où l'on travaille; mais je ferai au moins remarquer, que la plûpart des Architectes font des depenſes fort inutiles, leur donnant une grande profondeur, qui ne contribuë en rien à la ſolidité de l'édifice, car de deux choſes l'une, le terrain ſera bon, ou il ſera mauvais; s'il eſt bon, on peut bâtir en toute aſſeurance; s'il ne l'eſt pas, on en ſera quitte en faiſant un bon plancher de madriers ou de grillage, ſans creuſer plus avant pour chercher un autre fond, qu'on ne trouveroit peut-être pas meilleur, & ſi le terrain eſt mouvant ou marecageux, il y a encore moins de raiſon d'aprofondir, puis qu'on ſera toûjours contraint de piloter; or, dans tous ces cas, la profondeur des fondemens ne ſera rien pour la ſolidité des murs qu'on veut élever, le tout eſt de les établir ſur une baſe ferme & bien aſſurée, ſi on ne la rencontre point telle qu'on peut la ſouhaiter, il faut avoir recours aux expediens que nous venons de dire; on n'en a pas uſé autrement pour touts les grands édifices qui ſubſiſtent depuis tant de ſiécles: les fondemens de l'Egliſe de Notre-Dame de Paris, qui eſt un Vaiſſeau des plus conſiderables, quoi que bâti dans un fort mau-

vrais

vais terrain, n'ont presque pas de profondeur; tous ceux des Ponts de la même Ville n'en ont que fort peu non plus, & ne se soûtiennent pas moins, tandis qu'on voit donner à de simples maisons, des fondemens de sept à huit pieds de profondeur, sans faire attention que leur quatre faces, formant un paralellepipede, doivent se soûtenir par leur propre poids; que si on en voit quelque fois manquer par le pied, il ne faut pas penser que cela vienne de ce que leurs fondemens n'ont pas eu assés de profondeur; mais parce qu'on ne les a bâtis que peu à peu, c'est-à-dire qu'il y aura eu des reprises d'ouvrages, où la vieille Maçonnerie ne se sera pas liée avec la nouvelle, de-là il arrive que si un mur est affermi parce qu'il aura été bâti le premier, l'autre ne l'est pas pour avoir été fait plus tard, & tous ces murs venant à être chargés ensemble, le fardeau étant inegallement porté, la partie la plus foible flechit, tandis que l'autre resiste. Ajoutons à cela qu'un côté peut avoir été travaillé avec de bons materiaux, & l'autre fait avec moins de précautions: ainsi ce qu'on attribuë au défaut des fondemens, provient presque toûjours de la mauvaise façon.

Mais si dans un bâtiment on commence par creuser les tranchées de tous les murs, & qu'après les avoir mises de niveau, on y établit une bonne Maçonnerie, toûjours conduite à même hauteur, & dont toutes les parties differentes soient bien liées, & qu'ensuite on éleve dessus dans le même tems les pignons & les refands, on peut s'assurer que quand les fondemens n'auroient que deux ou trois pieds au plus de profondeur, l'ouvrage ne court aucun danger, au lieu que s'il n'est conduit que par parties, & qu'on tombe dans les défauts que je viens de remarquer, quand ces fondemens auroient 15. à 20. pieds, le bâtiment ne seroit pas moins sujet à tous les inconviens que la mauvaise façon peut causer.

S'il étoit question de quelque gros mur d'enceinte ou de quay, il faudra non seulement avoir toutes les attentions dont on vient de parler, mais être plus attentif à leur faire des empattemens larges & bien assis, qu'à les faire profonds, & cette largeur qui excedera celle du mur, doit particulierement regner du côté opposé où le mur aura quelque effort considerable à soûtenir, soit de la part de la poussée des terres, ou de celle d'une voute; on en doit sentir la necessité, par ce qui a été dit dans le premier livre; on est pourtant quelquefois obligé de donner de la profondeur aux fondemens quoique le terrain soit bon, ce qui se fait lors qu'on travaille sur le bord d'une riviere, afin de se mettre au-dessus de son lit, crainte que les eaux ne viennent par la suite à degravoyer le terrain,



Digitized by Google

terrain, & à miner les fondemens, ce qui eſt fort à craindre quand on eſt dans le voiſinage d'une Ecluſe, où il y a une grande chute d'eau.

Puiſque nous en ſommes ſur l'épaiſſeur des fondemens, il eſt à propos d'en dire quelque choſe, paroiſſant y avoir encore ici des difficultez qui ont beſoin d'être examinées.

Les fondemens d'un mur étant la baſe ſur laquelle il eſt établi, il ſemble que la largeur de cette baſe doit être proportionnée, non ſeulement à l'épaiſſeur du mur, mais plus encore à ſa hauteur, & qu'on doit ſuivre une certaine regle pour déterminer la largeur des retraites du rez-de-Chauſſée; mais c'eſt ce que les Architectes n'ont point fait que je ſache: il eſt bien vrai qu'ils ont parlé de l'épaiſſeur qu'il falloit donner aux fondemens, par raport à celle du mur qu'ils devoient porter; mais, ils n'ont pas eu égard à la hauteur de ces murs. Par exemple, Scamozzi veut que l'on donne pour retraite de chaque côté, la huitiéme partie de l'épaiſſeur du mur, c'eſt-à-dire, que s'il a quatre pieds d'épaiſſeur, il faudra en donner cinq aux fondemens. Philbert de Lorme fait ſes fondemens plus épais, donnant pour retraite de chaque côté, un quart de l'épaiſſeur du mur; ainſi, à un mur de quatre pieds d'épaiſſeur, il en donne ſix aux fondemens. Palladio les fait encore plus épais, voulant qu'ils ayent le double de l'épaiſſeur du mur: & ce qu'il y a de ſurprenant, comme je le viens de dire, c'eſt que ni les uns ni les autres ne font aucune mention de la hauteur des murs; cependant il n'y a pas de raiſon de donner autant d'épaiſſeur aux fondemens d'un mur de clôture d'une hauteur mediocre qui ne porte rien, qu'à ceux des pieds droits d'une voute fort élevée & maſſive, ou d'un autre mur qui doit porter pluſieurs grands planchers, chargés de fardeaux conſiderables, comme aux Arſenaux & aux Magaſins pour les vivres; car, il n'y a point d'édifice dont les murs n'ayent quelque pouſſée à ſoûtenir, & c'eſt ce qui fait qu'ils ſurplombent plûtôt en dehors qu'en dedans: d'ailleurs, quand un mur eſt fort élevé, & qu'il n'a qu'une épaiſſeur mediocre, ſi l'empattement n'eſt pas proportionné à l'élevation, pour peu que le mur vienne à s'incliner la longueur du bras de lévier a un ſi grand avantage ſur la reſiſtance que les fondemens peuvent rencontrer de la part du terrain, qu'il faut que ce terrain ſoit d'une ſolidité extrême, pour ne pas flechir: car il eſt bon de faire attention ici, qu'un mur & ſes fondemens doivent être conſidéres comme ne faiſant qu'un ſeul corps, quoique j'aye ſupoſé le contraire dans le premier & le ſecond Livre: par conſequent, ſi le point d'apui, au lieu de repondre au rez-de-

Digitized by Google

Chaussée, se trouve sur le bord de la premiere assise des fondemens, il faut necessairement, pour qu'un mur fort élevé soit aussi bien assis qu'un autre plus bas, qu'il y ait une proportion entre l'épaisseur de leur fondement; & cette proportion est sur-tout essentielle, quand le mur qui a le plus d'élevation n'a qu'une mediocre épaisseur, comme sont par exemple la plûpart des pignons. Or pour savoir à quoi nous en tenir, sans adopter aucune des regles des Architectes que je viens de citer, nous suposerons qu'un mur de 20. pieds de hauteur sera parfaitement assuré sur sa base, quand on donnera à ses fondemens quatre pouces d'épaisseur de plus de chaque côté que n'en à le mur, c'est-à-dire, que s'il avoit deux pieds d'épaisseur, ses fondemens auroient deux pieds huit pouces: presentement, voulant savoir quelle épaisseur il faut donner aux fondemens d'un mur qui auroit 50. pieds de hauteur, je fais abstraction pour un moment de l'épaisseur de ce mur, pour n'avoir égard qu'aux retraites qu'on doit donner de chaque côté pour faire cette proportion: si à un mur de 20. pieds de hauteur il faut donner 4 pouces de retraite de chaque côté, combien en faudra-t'il donner à un mur de 50. pieds; faisant la regle on trouvera que chaque retraite doit être de dix pouces, par consequent si le mur avoit trois pieds d'épaisseur, il faudroit donner à ses fondemens quatre pieds 8. pouces, de même s'il étoit question d'un mur de 80. pieds, on suivra toûjours la même proportion, en prenant 20. pieds pour premier terme, & quatre pouces pour le second.

Quand on voudra élever des murs qui ont quelque poussée à soûtenir, il n'est pas necessaire de les asseoir sur le milieu des fondemens, il vaut beaucoup mieux, après en avoir trouvé l'épaisseur, donner plus de largeur à la retraite qui répond au point d'apui, qu'à l'autre: je voudrois même la faire double; c'est-à-dire, qu'ayant trouvé par la regle precedente, qu'il faut donner dix pouces de retraite de chaque côté aux fondemens d'un mur de 50. pieds de hauteur, & qui est chargé d'un grand comble, & de plusieurs planchers, qu'ayant ajoûté ensemble les deux retraites qui font 20. pouces, on en donnera 13 ou 14 à la retraite du dehors, & six ou 7 à celle du dedans, ainsi le bras de lévier qui répond à la puissance resistante, se trouvant allongé par raport au centre de gravité de la muraille, le tout sera beaucoup plus assuré, & il n'arrivera pas les defauts que l'on remarque dans la plûpart des bâtimens.

CHA-

CHAPITRE DIXIE'ME.

Où l'on enſeigne comme l'on doit employer les Matériaux qui compoſent la Maçonnerie.

LA meilleure de toutes les Maçonneries eſt ſans difficulté celle qui eſt faite de pierres de taille; mais, comme cette pierre eſt aſſés rare, il n'eſt pas ordinaire de faire des Bâtimens qui en ſoient tout compoſés: l'on ſe contente ſeulement de les employer pour les ſoûbaſſemens des gros murs, aux encoigneures des Edifices, & aux angles des revêtemens des ouvrages des Fortifications: pour la mettre en œuvre, l'on en prépare de deux eſpeces; la premiere, que l'on nomme *carreau* ou *panneresse*, eſt celle dont la largeur excede la longueur; la ſeconde, que l'on nomme *boutiſſe*, eſt celle dont la longueur excede la largeur; les pannereſſes font parement de toute leur largeur, & les boutiſſes de leur tête ſeulement, leur queuë faiſant partie de l'épaiſſeur du mur: c'eſt ainſi qu'on les diſtribuë dans chaque aſſiſe, obſervant de placer une boutiſſe, enſuite une pannereſſe, ſucceſſivement une boutiſſe & une pannereſſe poſées plain ſur joint; c'eſt-à-dire que les joints perpendiculaires de la ſeconde aſſiſe répondent au milieu des pierres de la premiere, ainſi des autres qui ſont au-deſſus: pour cela l'on fait les aſſiſes bien reglées, enſorte que les carreaux & les boutiſſes ayent la même hauteur, afin que les joints horiſontaux qui regnent ſur toute la longueur du mur, faſſent des lignes paralelles & de niveau: à meſure que l'on poſe une de ces aſſiſes, on garnit le reſte de l'épaiſſeur du mur de briques ou de moîlon maçonné avec de bon mortier, & quand il n'eſt que d'une médiocre épaiſſeur on tâche d'avoir des boutiſſes aſſés longues pour quelles puiſſent le traverſer & faire parement des deux côtés, ce qui rend la Maçonnerie beaucoup plus ſolide par la liaiſon qui ſe fait du parement avec le reſte du mur; & quand cela ſe pratique ainſi, les boutiſſes qui font parement des deux côtés ſe nomment pierres de *parpain* ou *parpaigne*.

Quand on conſtruit quelque Edifice militaire dont les murs doivent être d'une épaiſſeur conſidérable comme de 5 ou 6 pieds, on employe de la [illegible]ſerie au parement juſqu'à une certaine hauteur, de la brique pour le parement interieur, & le reſte de l'épaiſſeur ſe fait de moîlon; or, pour que le tout ſoit en bonne liaiſon, on em-

 ploye

ploye la graisserie comme on vient de le dire; à l'égard de la brique, on commence par poser une premiere assise de deux briques & demi d'épaisseur, une seconde de deux briques, & une troisiéme d'une & demi, chaque assise bien arrasée avec du moîlon, après quoi on recommence tout de nouveau une assise de deux briques & demi, une seconde de deux briques, & une troisiéme d'une brique & demi toûjours bien liées & arrasées avec le moîlon & la graisserie. Quand on est parvenu à la derniere assise de graisserie & qu'on veut faire de brique le reste de la hauteur du parement, on la pose par assise reglée comme on vient de le voir pour l'interieur, & afin de rendre la liaison plus parfaite, on peut de trois en trois assises faire une chaîne de deux briques d'épaisseur sur toute l'étenduë de l'ouvrage posées plain sur joint.

Les soûbassemens d'un mur étant faits, si on éleve le reste du parement avec du moîlon, on a soin de le bien ébousiner & de le tailler jusqu'au vif, l'on se sert encore de boutisses & de panneresses, en observant toûjours de ne les poser que plain sur joint, car ce seroit un deffaut grossier de voir deux ou plusieurs joints perpendiculaires sur un même allignement, parce que le mur n'en seroit pas si solide, & choqueroit le coup d'œil. Dans les ouvrages que l'on veut faire proprement, on a égard, non-seulement de donner la même hauteur à toutes les pierres qui doivent composer les assises; mais encore de les tailler de façon que la largeur des panneresses soit double de celles de la tête des boutisses, afin d'observer une bonne liaison & un certain ordre de simétrie qui fait un fort bel effet.

Les Anciens étoient extrémement attentifs à travailler les paremens des Edifices considerables: ils en rendoient les joints presque imperceptibles, ce qui a fait croire, comme il y a toute aparence, qu'il leur arrivoit quelquesfois de bâtir sans mortier, aimant mieux tailler les pierres si justes, que leur situation & leur poids pussent suffire pour donner à l'ouvrage toute la fermeté possible. Ils avoient encore recours à une pratique assés ingenieuse pour rendre les paremens polis: ils tailloient bien proprement les faces des pierres qui devoient être unies les unes contre les autres, & laissoient un pouce de velu à celles qui devoient composer le parement, quand l'ouvrage étoit entierement achevé on recoupoit ces pierres en ravalant; ainsi, quand ils se servoient de mortier, il ne paroissoit presque point, & le tout ne sembloit être composé que d'une seule pierre.

Outre les pierres de parement dont on vient de parler, & que l'on

l'on nomme *de grand apareil*, on en diſtingue encore de deux eſpeces, la premiere eſt le *libage* qu'on employe pour les fondemens; la ſeconde eſt *le moîlonage* ou *le petit moîlon*, dont on ſe ſert pour garnir le milieu des gros murs; c'eſt ici où les Entrepreneurs n'oublient pas leurs interêts quand on n'y prend point garde, ils ont grand ſoin de faire le parement bien conditionné pour ſuprendre le coup d'œil, tandis que le reſte n'eſt composé que de bouë & de platras, il eſt vrai que cela n'arrive guére dans les ouvrages des Fortifications, parce que Meſſieurs les Ingenieurs y aportent tant d'exactitude & de ſoin, qu'il eſt aſſés difficile de leur en impoſer, ceux qui ſont accoûtumés de faire travailler ſachant combien il eſt dangereux de s'en raporter à la bonne foi des ouvriers: mais comme j'écris principalement pour ceux qui commencent, & qui n'ont pas une grande connoiſſance des travaux, voici en peu de mots ce que l'on doit obſerver pour faire faire un bon ouvrage.

Il faut prendre garde de ne jamais laiſſer travailler les Maçons qu'aux heures marquées, & qu'ils ayent toûjours des cordeaux d'allignemens devant & derriere la muraille, ne permettant pas qu'ils faſſent leurs plombées plus hautes que d'un pied ou un pied & demi, de ne point laiſſer de mortier qui ne ſoit tiercé & vieux de deux jours, ſans ſouffrir qu'on maçonne à ſec comme cela arrive aſſés ſouvent, ou que tombant dans une autre extrémité on ne rempliſſe les trous de poignées de mortier au lieu de Tuilleaux ou d'éclats de pierre.

De faire laiſſer des amorces qui ayent au moins un demi pied aux endroits où il y aura repriſe d'ouvrage, & quand on viendra à y travailler, ne pas laiſſer recommencer ſur les arraſes ſéches ſans y jetter de l'eau.

De ne ſouffrir jamais qu'on mette des calles de bois ſous les carreaux, cordons, tablettes, & autres pierres de parement, ni qu'on employe ces pierres ſans qu'elles ayent un lit ſuffiſant pour être bien aſſiſes, ne pas laiſſer mettre en œuvre des pierres trop fraichement tirées de la Carriere, & qui ne ſoient déchargées de leur bouſin, parce que le mortier ne s'y attache pas; de faire enſorte qu'en les poſant elles ne faſſent point de boſſes qui excedent le niveau de l'ouvrage; mais ſur toute choſe de ne pas ſouffrir qu'on employe des pierres de Grès, parce que le mortier ne s'y attache pas, ſoit à cauſe que leur pores ſont trop ſerrés, ou qu'elles ne fourniſſent point de ſel comme les autres pour durcir & faire ſécher le mortier, ainſi la meilleure maniere de garnir les murs eſt d'y employer de la brique ou du moîlon plat, bien arrangé & entrelaſſé

Digitized by Google

de maniere que le milieu des uns réponde aux joints des autres ; observant toûjours de conduire autant qu'il est possible l'ouvrage de niveau sur toute la longueur & épaisseur.

Quand on manque à toutes ces précautions, il arrive que le parement, n'étant pas bien lié avec le reste de l'épaisseur, est proprement un mur apliqué contre un autre qui venant à se dégrader par la suite se détache en peu de tems, toute la chemise tombe, & il ne reste plus qu'un massif informe qu'on a bien de la peine à réparer solidement ; pour remedier à cet inconvenient on pratique aux revêtemens des Fortifications une construction de Maçonnerie qui est la meilleure (à ce que je crois) qu'on puisse imaginer : elle se fait ordinairement de brique & de moîlonage ; &, comme il y a de l'art à bien lier ensemble ces deux materiaux, voici comme on les met en œuvre.

Après avoir tracé les fondemens de la muraille & ceux des contreforts relativement aux dimensions des plans & profils, soit pour une face de Bastion, flanc ou courtine, & bâti ces fondemens avec les précautions dont il est parlé dans le Chapitre précédent ; en un mot avoir élevé l'ouvrage jusqu'au niveau du fonds du Fossé, on commencera par faire faire trois mortiers differens, le premier sera de ciment composé de bons thuilleaux bien battus, & d'un tiers de la meilleure Chaux, pour remplir & garnir les joints des paremens de graisserie ; le second sera aussi composé d'un tiers de bonne Chaux, & le reste de sable fin pour la Maçonnerie du parement ; si l'on a deux sortes de Chaux on prendra la moindre pour le troisiéme mortier qui sera composé de petit gravier s'il y en a sur les lieux pour la grosse Maçonnerie.

On préparera aussi trois sortes de pierres : la premiere, pour les soubassemens & les angles, doit être taillée dans ses lits & joints, cizelée & piquée proprement à la petite pointe du marteau, ses faces dressées à la regle, & les joints démaigris pour recevoir le mortier ; la seconde sera la brique dont on se servira pour le parement, & la troisiéme le moîlon pour la garniture du milieu & des contreforts.

On posera la premiere assise du parement composée de boutisses & de carreaux, si les boutisses sont rares, on en mettra un tiers sur deux tiers de panneresses, les unes & les autres ayant leurs faces taillées suivant le talud du revêtement, & derriere cette premiere assise on couvrira toute la Maçonnerie des fondemens, tant du revêtement que des contreforts, d'un lit de trois Briques d'épaisseur posées à plat bien garnies de mortiers ; le commencement de cet

ouvrage

Digitized by Google

ouvrage demande beaucoup de ſoin & de précaution, ce premier lit étant poſé, on en fera un autre derriere les pierres du ſoûbaſſement qui aura trois briques & demi de largeur ſeulement: ſur celui-ci on en fera un ſecond qui ſera moins étendu d'une demi brique, ſur ce ſecond un troiſiéme qui ira encore en diminuant d'une demi brique, & on continuëra de même juſqu'au cinquiéme rang qui ſe terminera à une brique & demi, en élevant ces rangs des briques, on a grand ſoin de bien garnir tout le reſte de l'épaiſſeur du mur & des contreforts de moïlon à bain de mortier arraſé ſur tout l'étendu de l'ouvrage que l'on conduit toûjours de niveau de même que les contreforts aux angles deſquels on met les plus gros moïlons, obſervant que la racine ſoit bien liée avec le revêtement pour que le tout ne faſſe qu'un corps: quand la Maçonnerie a été élevée de niveau au dernier rang de briques dont nous venons de parler, pour lors on dit avoir fait une *levée* que l'on couvre de rechef d'un rang de trois briques d'épaiſſeur qui regne generalement ſur tout l'ouvrage, & ce rang eſt nommé *chaîne*, parce qu'effectivement il enchaîne pour ainſi dire toutes les parties de l'ouvrage les unes avec les autres, après cela l'on recommence tout de nouveau à faire une levée de briques de cinq rangs de hauteur allant en diminuant d'une demi brique au premier rang, & ſe terminant à une & demi au cinquiéme, le derriere garni de moïlon comme l'on a fait pour la premiere levée, & ainſi de ſuite.

D'un autre côté l'on continuë à conduire le parement par aſſiſes de boutiſſes & de panneresses, les boutiſſes bien enclavées dans l'épaiſſeur du mur, & les panneresses ſerrées & maçonnées entre les boutiſſes, faiſant toûjours ſuivre à leurs faces le talud de la muraille, tant que le ſoûbaſſement ſoit parvenu à la hauteur qu'on jugera à propos de lui donner, qui eſt ordinairement de 5 ou 6 pieds plus ou moins ſelon la hauteur de l'ouvrage. Le ſommet de la derniere aſſiſe du ſoûbaſſement doit être taillé en *champ frain* de deux pouces: cette partie du parement ſe fabrique comme nous l'avons dit avec du mortier de ciment, de terraſſe, ou de cendrée de Tournay, ſelon les Pays où l'on fait travailler, on en uſe de même pour tous les autres murs qui ſont ſujets à être environnés d'eau.

Quand le ſoûbaſſement eſt achevé on continuë à élever le reſte du parement qui ſe fait de briques ou de moïlon picqué, mais plus ordinairement de briques; c'eſt pourquoi j'ai ſupoſé que le profil repreſenté par la Figure 10. étoit fait dans ce goût-là: il exprime aſſés bien la diſpoſition des aſſiſes qui compoſent le ſoûbaſſement, les chaînes de briques qui ſe font après chaque levée & les cinq PLANCH. 8.

rangs

rangs dont nous avons parlé, qui vont toûjours en diminuant d'une demi brique, ainsi comme ce dessein aide beaucoup à faire entendre la construction que je me suis proposé de décrire, cela me dispensera d'entrer dans bien de petites circonstances qui se présenteront d'elles-mêmes à l'esprit, pour peu qu'on y fasse attention.

Si le reste du parement au-dessus du soubassement se fait de briques, on commence par en asseoir un rang que l'on met à plat, & qui font face de leur tête: sur celui-ci on en met un autre à plat qui font face de leur longueur, & alternativement une assise en boutisse, & une autre en panneresse à joint recouvert, observant de suivre le talud qui à été reglé par le profil, & toujours de même jusqu'au cordon, au contraire du derriere de la muraille qui doit être à plomb, aussi-bien que les contreforts.

En conduisant le parement, on arme les angles saillans de pierre de taille en petit bossage, d'un pouce & demi de relief posé par assise reglée, & les deux faces de chaque pierre qui font parement, sont taillées de façon qu'elles forment précisement un angle égal à celui que doit avoir l'ouvrage, ayant attention de donner aussi à ces mêmes façes, le talud que doit avoir le revêtement de la maniere qu'on le voit representé dans la figure 9. & quand on est parvenu à la hauteur qu'on veut donner au revêtement, on le termine d'un cordon de la même pierre d'un pied de hauteur, taillée en demi rond, & posée en saillie d'environ cinq ou six pouces, ce cordon est aussi composé de panneresses & de boutisses: les panneresses doivent avoir au moins 24. pouces de lit, non compris la saillie & les boutisses trois pieds de queuë, le derriere bien garni & conduit à même hauteur, ensuite on éleve quelquefois sur le sommet de la muraille, un petit mur à plomb devant & derriere, auquel on donne 4. pieds de haut & trois dépaisseur, pour servir de revêtement au parapet. Quand la pierre de taille est commune on le couronne par une tablette qui a un larmier dont la saillie est de 3. ou 4. pouces, ou bien on couvre toute la Maçonnerie par une assise de briques posées en liaison alternative, moitié de cant, & moitié de bout, avec lesquels on fait aussi un larmier qui deborde seulement d'un pouce, ou d'un pouce & demi, observant de donner au couronnement une pente de 4. pouces, allant du derriere au devant, le tout construit à petit joint, en bonne liaison bien reciré.

Quand on fait des demi revêtemens, on suit les mêmes choses qu'on vient de voir, c'est-à-dire, que l'on conduit la Maçonnerie depuis la derniere retraite des fondemens jusqu'à la hauteur de la

ligne

Digitized by Google

ligne de niveau, ou du rez-de-Chauſſée, le reſte de la hauteur ſe revêtit de gaſons ou de placages, & on ſe conforme au cinquiéme Article du Profil général de Mr. de Vauban.

A l'égard du revêtement des Contreſcarpes, & de ceux des gorges des ouvrages, la maçonnerie s'en fait avec les mêmes précautions qu'aux remparts; ainſi, on en peut juger par la figure huitiéme.

Comme l'on ſe trouve ſouvent dans la neceſſité de lier de la nouvelle maçonnerie avec de la vieille, je m'arrêterai un moment pour enſeigner une pratique qu'on ne fera pas mal de ſuivre en pareil cas: les Maçons y faiſant ordinairement ſi peu d'attention, qu'il arrive toûjours que leur ouvrage eſt defectueux en cet endroit-là.

Après avoir detaché une partie de la vielle maçonnerie pour ſe donner des amorces, il faut grater le mortier qui ſe trouve ſur la pierre, tant qu'il n'en paroiſſe plus que dans le fond des joints, enſuite netoyer proprement toutes les ordures, de ſorte qu'il n'y reſte pas de pouſſiere; pour cela il faut, après s'être ſervi du balai, avoir de groſſes broſſes, afin que les ſoyes s'introduiſans dans les pores les plus imperceptibles en faſſent ſortir tout ce qui s'y trouve, car c'eſt ordinairement la poudre répanduë ſur la pierre, qui empêche le mortier de s'inſinuer dans ſes pores pour faire une bonne liaiſon: aprés cette preparation, il faudra jetter ſur la vieille maçonnerie une grande quantité d'eau, à diverſes repriſes, afin qu'elle s'y imbibe, & qu'elle acquiere pour ainſi dire une vertu attractive; il faut avoir dans un bacquet de la bonne chaux detrempée, deſorte qu'elle ſoit graſſe & glutineuſe; pluſieurs manœuvres prendront des broſſes, les tremperont dans la chaux pour l'imprimer ſur la maçonnerie, en frapant à petits coups, afin qu'elle penetre dans les joints & les pores de la pierre juſqu'à ce qu'elle en ſoit bien imbibée, & qu'on en ait mis une quantité ſufiſante pour que cette colle de chaux ſurmonte de 3. à 4. lignes la ſurface de la maçonnerie, après quoi on apliquera deſſus du bon mortier pour maçonner comme à l'ordinaire, obſervant que la pierre ou la brique ſoient bien entrelaſſées avec les amorces, & faſſe une bonne liaiſon; alors la chaux, qui ſe trouve entre la vielle & la nouvelle maçonnerie, les unit ſi bien enſemble, en s'incorporant dans l'un & dans l'autre, qu'il ſe fait peu de tems aprés une liaiſon qui rend l'ouvrage plus indiſſoluble à l'endroit de la jonction que par-tout ailleurs, comme l'experience l'a fait voir toutes les fois qu'on en a uſé ainſi.

Voilà ce que je m'étois propoſé de dire ſur la maçonnerie en general: je me ſuis un peu étendu ſur celle des revêtemens de fortifi-

Digitized by Google

cations, parce qu'elle apartient particulierement à mon sujet; mais si je voulois entrer dans un semblable détail pour tout ce qui pourroit demander une construction particuliere, selon les differens cas qui peuvent se presenter, je n'aurois jamais fini: c'est pourquoi je me tiendrai à l'idée que je viens de donner, me proposant pourtant de ne pas negliger dans la suite les occasions où je pourrai insinuer les connoissances que je croirai encore necessaires, quand il sera question, par exemple, des Ponts, des Voutes, des Ecluses, & autres Ouvrages considerables, qui ont une maniere d'être fabriqués, qui leur apartient essentiellement.

Explication de plusieurs Tables servant à déterminer les Dimensions de toute sorte de Revêtement de Maçonnerie.

PLANCH. 9. & 10. Depuis que j'ai composé le premier livre, il m'est venu plusieurs fois en pensée que bien des gens ne feroient pas grand usage des regles que j'y ai enseignées, pour trouver l'épaisseur des revêtemens, à cause de la longueur des calculs, & des operations abstraites, qu'il falloit faire, & que le sur moyen de contenter tout le monde étoit de donner des tables dans lesquelles on pût trouver les dimensions de tous les profils qui peuvent s'executer, selon les differens taluds que l'on voudroit donner aux revêtemens, soit pour ceux qui soutiendroient des rempars, accompagnés de leurs parapets, ou pour les autres, qui, n'ayant point de parapets à soutenir, serviroient aux terrasses, aux quays, aux chaussées, aux contrescarpes, aux gorges des ouvrages &c. Mais ces Tables telles que je les conçus d'abord me parurent d'un si grand travail, que j'hesitai long-tems à les entreprendre; j'en exposai le dessein à quelques personnes de mes amis, qui me firent entendre que de tout ce que je pouvois rapporter dans mon livre, rien ne feroit plus utile & plus interessant: cela sufit pour me determiner & vaincre la repugnance que j'avois à m'apliquer pendant un tems considerable à un ouvrage aussi ingrat: car il faut convenir que le public n'est pas toûjours judicieux, souvent il ne juge du prix des choses que par ce qui peut plaire à l'imagination, & tient fort peu de compte de la peine dont un Auteur veut bien seul se charger, quoi qu'il pourroit être en droit de la partager avec lui: il me permettra de lui faire ce petit reproche, il touvera assez dans mon ouvrage dequoi avoir sa ravanche.

Ayant déja raporté sur la fin de l'Article 37. du premier Livre des Tables pour l'épaisseur des revêtemens, on pensera peut-être que celles dont je parle sont à peu près de même; cependant elles

sont

Digitized by Google

ſont bien differentes, car dans les premieres tous les profils ſont aſſujettis à un talud, qui eſt toûjours la cinquiéme partie de la hauteur, & on n'y ſuppoſe point de contreforts, au lieu que dans celle-ci l'on a une ſuite de revêtemens, depuis 10. pieds juſqu'à 100. qui ont non ſeulement pour talud le 5. de la hauteur, mais le 6. le 7. le 8. le 9. ou le 10. ſelon que l'on voudroit choiſir un profil plûtôt que l'autre: d'ailleurs, tous les revêtemens ſont accompagnés de contreforts, dont les dimenſions ſont raportées pour telle hauteur de rempart que l'on voudra, comme on en va juger par l'explication de la 9. & 10. planche.

La 9e. planche comprend les dimenſions de tous les revêtemens, qui ſoutiendroient des rempars accompagnés de leurs parapets; mais comme l'on peut donner à ces revêtemens un talud plus ou moins conſiderable, cette planche contient ſept tables: les ſix premieres ſont compoſées chacune de deux colomnes, dont l'une détermine l'épaiſſeur qu'il faut donner au ſommet des revêtemens, & l'autre celle de la baſe des mêmes revêtemens, pour tous ceux qui auroient depuis 10. pieds de hauteur, juſqu'à 100. Par exemple, la premiere table comprend les épaiſſeurs des revêtemens qui auroient un 5. de talud: la ſeconde celle des revêtemens qui n'auroient pour talud que la 6. partie de leur hauteur: enfin la 3. 4. 5. & 6. table comprennent de ſuite les mêmes épaiſſeurs, pour les revêtemens qui auroient pour talud un 7. 8. 9. ou 10. de leur hauteur.

A l'égard de la 7e. table, elle comprend trois colomnes qui expriment les dimenſions des contreforts, qui doivent accompagner tous les revêtemens dont il eſt fait mention dans les ſix premieres tables; car il eſt bon de remarquer que tous les revêtemens de même hauteur, ſoit qu'ils ayent pour talud un 5. un 7. ou 10. doivent toûjours avoir des contreforts, dont les dimenſions ſoient les mêmes que celles qui ſont marquées dans la 7. table à l'allignement qui répond à la hauteur dont il s'agit; d'ailleurs que ces contreforts ſont toûjours eſpacés de 18. pieds, de milieu en milieu, ſans que cela change jamais pour quelque revêtement que ce ſoit, grand ou petit: & en cela je me ſuis conformé à la maxime de Mr. de Vauban dans ſon Profil genéral, dont j'ai retenu les contreforts, parce qu'ils m'ont paru dans une proportion fort raiſonnable. Cependant je n'ignore pas que bien des Ingenieurs aiment mieux les eſpacer de 15. pieds, de milieu en milieu, que de 18: je ne voi pas bien la raiſon de cette perference, puiſque quand le revêtement a une épaiſſeur ſuffiſante, & qui met la reſiſtance au-deſſus de la pouſſée des terres, il n'y a point de raiſon de multiplier les contreforts

 ſans

ſans neceſſité. Si je les ai éloignées de 18. pieds plûtôt que de 15. ç'a été pour empêcher qu'en augmentant les dimenſions de leurs baſes, à meſure que les revêtemens devenoient plus élevés, ils ne ſe trouvaſſent trop ſerrés: cela n'empêche pourtant pas dans l'uſage que l'on fera dans ces tables, qu'on ne puiſſe, ſi l'on veut, raprocher les contreforts les mettant à 15. pieds, & ſuivre exactement toutes les autres dimenſions. Si l'on prend ce parti qui me paroît aſſez inutile, le revêtement ſera encore beaucoup au-deſſus de l'équilibre malgré les égards que j'ai eu.

Pour donner l'uſage de ces tables, nous ſupoſerons qu'on veut revêtir les faces d'une demi lune, que le revêtement doit avoir 25. pieds de hauteur depuis la derniere retraite, ou ſi l'on veut depuis le fond du foſſé juſqu'au cordon, & qu'on ne veut pour talud qu'un 7. de hauteur, on demande quelles doivent être les dimenſions des plans & profils, pour que le revêtement ſoit capable par ſa reſiſtance de ſoutenir un effort plus grand que celui de la pouſſée des terres du rempart & du parapet; je cherche dans la petite colomne qui marque la hauteur des revêtemens, le nombre 25. & en ſuivant le même allignement, je paſſe à la 3. table, qui montre qu'il faut donner 6. pieds 1. pouce 11. lignes d'épaiſſeur, au ſommet du revêtement en queſtion, & 9. pieds 8. pouces 9. lignes à la baſe, de-là en ſuivant toûjours le même allignement, je paſſe à la 7. table pour voir quelles doivent être les dimenſions des contreforts, je trouve qu'il faut leur donner 7. pieds de longueur 4. pieds 6. pouces à la racine & 3. pieds à la queuë, obſervant de les eſpacer de 18. pieds de milieu en milieu; ſi au lieu d'un 7. de talud, on ne vouloit donner qu'un 9^e^. de la hauteur, en ſuivant toûjours l'allignement de 25. pieds, il faudroit prendre les dimenſions du ſommet & de la baſe dans la 5^e^. colomne, & l'on trouvera 7. pieds 1. pouce 7. lignes pour l'un, & 9. pieds 10. pouces 11. lignes pour l'autre, & les contreforts comme ci-devant.

A l'égard des tables contenuës dans la 10^e^. planche, elles ſont entierement ſemblables aux precedentes; la ſeule difference eſt que les unes repondent à des revêtemens, qui auroient un parapet à ſoutenir, au lieu que les autres ſervent pour les revêtemens, dont le ſommet ſeroit de niveau avec la ſurface de l'ouvrage dont il s'agit; par exemple, ſi l'on vouloit ſavoir quelles doivent être les dimenſions du revêtement d'une contreſcarpe, qui auroit 15. pieds de hauteur, & auquel on voudroit donner un 8^e^. de talud, je cherche dans la colomne des hauteurs, le nombre 15. & en ſuivant le même allignement, je paſſe à la 4^e^. table où je trouve qu'il faut don-

donner 2. pieds 9. pouces 10. lignes au ſommet, & 4. pieds 8. pouces 4. lignes à la baſe, de là à la 7^{e}. où je remarque que les contreforts du même revêtement doivent avoir 5. pieds de longueur, 3. pieds 6. pouces en racine, & 2. pieds 4. pouces à la queuë toûjours eſpacés de 18. pieds de milieu en milieu.

On a ſupoſé généralement dans toutes ces tables, que les contreforts étoient auſſi élevés que le ſommet des revêtemens, auxquels ils repondoient, ce qui ſe pratique toûjours, quand il s'agit de ſoutenir un rempart qui eſt accompagné d'un parapet, & lors que ce parapet eſt revêtu d'une petite muraille de 4. pieds de hauteur, qu'on éleve au deſſus du cordon; mais, quand il s'agit de demi revêtement, ou de ſoutenir une contreſcarpe ou la gorge d'un ouvrage, alors le ſommet des contreforts ſe termine à un pied ou 1. pied & demi plus bas que celui du revêtement, afin qu'il n'y ait que cette partie de la maçonnerie qui paroiſſe dehors, ainſi on pourra toûjours avoir égard à ce que je viens de dire, ſans aprehender que le revêtement en ſoit moins ſolide, quoique la hauteur des contreforts diminuë de quelque choſe.

Pour calculer ces Tables j'ai ſuivi exactement ce qui a été enſeigné à la fin de l'article 51. du premier Livre au ſujet du Profil general de Mr. de Vauban: c'eſt-à-dire, que j'ai regardé l'équation $y = 2bf - \frac{2dd}{3} - \frac{2pbg - 2pbd}{9} + nn - n$, comme une formule generale qui pouvoit s'apliquer à toute ſorte de revêtement dont les dimenſions des contreforts étoient données auſſi-bien que la hauteur des revêtemens & leur talud, & qu'il n'étoit plus queſtion que de trouver l'épaiſſeur du ſommet relativement à la pouſſée des terres qu'il falloit ſoûtenir; ainſi je me ſuis ſervi des Tables des puiſſances équivalantes à la pouſſée des terres qu'on a raporté dans l'Article 37. & c'eſt dans cette occaſion où je me ſuis apperçû combien il étoit commode d'avoir des expreſſions qui fuſſent équivalantes à ces puiſſances, puiſque ſi j'avois été obligé de les chercher à meſure que j'en ai eû beſoin, la 9^{e} & 10^{e}. Planche m'auroit coûté plus de quatre mois de travail continuel, comme on en peut juger par l'exemple qui eſt raporté à la fin du 51^{e} Article. J'ajoûterai, que j'ai toûjours ſupoſé les puiſſances équivalentes à la pouſſée des terres plus fortes d'un 6. qu'elles ne l'étoient effectivement, afin que les revêtemens fuſſent au-deſſus de l'équilibre; & que je crois qu'il n'eſt pas poſſible d'aporter plus d'exactitude que j'en ai eû pour rendre ces Tables auſſi correctes qu'on le peut déſirer: c'eſt pourquoi quand on trouvera l'occaſion d'en faire uſage, on peut s'en ſervir en toute

Digitized by Google

ſûreté ſans qu'il ſoit beſoin de rien augmenter ni diminuer des dimenſions qu'on y raporte, à moins que ce ne ſoit pour éviter l'embarras des petites parties: par exemple, on pourra ſupprimer les lignes quoique je les aye raportées ſcrupuleuſement de même que le calcul les a donné: car 4 ou 5 lignes de plus ou de moins, ni même deux ou trois pouces quand il s'agit de grands revêtemens, ſont un trop petit objet dans la pratique pour s'en mettre en peine; cependant, il vaut mieux mettre plus que moins.

Comme la hauteur des revêtemens de toutes ces Tables augmentent toûjours de 5 pieds depuis 10 juſqu'à 100, il n'y a point de hauteur de rempart qu'on ne rencontre à peu près ſemblable à celles qui y ſont raportées; car s'il s'agiſſoit d'un revêtement de 31 ou 32 pieds,qui ſont deux nombres qui ne ſe trouvent pas dans la colomne des hauteurs,on pourra prendre les dimenſions qui répondent aux revêtemens de 30 pieds, ſans qu'on ait lieu d'aprehender qu'elles ſoient trop foibles, puiſqu'elles mettront toujours le revêtement au-deſſus de l'équilibre, à cauſe de l'augmentation que nous avons fait à la puiſſance agiſſante: de même s'il s'agiſſoit d'un revêtement de 33 ou 34 pieds, on pourroit prendre les dimenſions qui apartiennent à celui de 35, quoiqu'un peu plus fortes qu'elles ne devroient être, en un mot on prendra toûjours les dimenſions du revêtement dont la hauteur aprochera le plus de celui qu'on a deſſein de conſtruire.

Il eſt bon de remarquer que les dimenſions des contreforts augmentant en progreſſion d'Arithmetique, leurs baſes doivent augmenter en ſuperficie dans la raiſon des quarrés de leurs côtés homologues, & prenant pour côté homologue la longueur de chaque contrefort, c'eſt-à-dire 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. leurs baſes augmenteront dans le raport de 16. 25. 36. 49. 64. 81. 100. 121. 144. 169. 196. 225. 256. 289. 324. 361. 400. 441. 484. Or comme les derniers quarrés ſont bien plus grands à proportion que les premiers, il s'enſuit que les baſes des contreforts, par conſequent les contreforts mêmes, augmentent beaucoup plus à proportion que ne font les revêtemens. Mais comme les contreforts ne peuvent augmenter plus qu'ils ne devroient naturellement, ſans que les épaiſſeurs du ſommet & de la baſe des revêtemens ne diminuent, il s'enſuit que les differences des épaiſſeurs marquées dans les Tables, au lieu d'augmenter, doivent plûtôt diminuer à meſure que les revêtemens ſont plus élevés; c'eſt auſſi ce que l'on voit dans toutes les colomnes, puiſque les derniers nombres ſont plus petits à proportion que les premiers, ce qui m'a-
voit

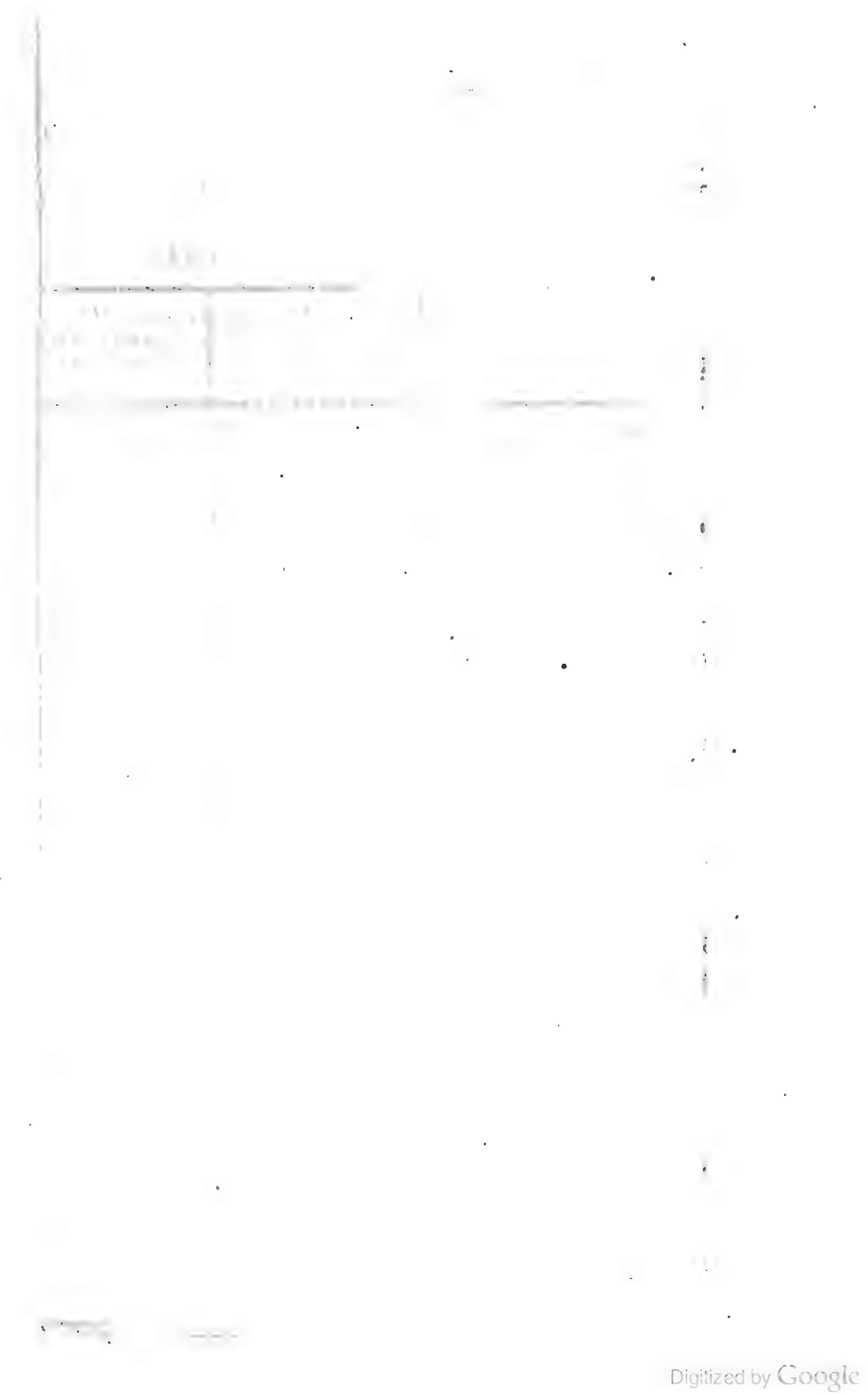
Digitized by Google

TABL[...]s Revêtemens des Remparts de fortif[...] rélativement aux diférens taluds observant que la distance de ces C[...] La Sce. des Ingrs. liv III. pl. 9. pag. 78.

Hauteur des Revête=mens.	Epaisse[...] au Somm[...] pour u[...] de talu[...]	[...]isseur a base un 10e. talud.	Longueur des Contreforts	Epaisseur des contre=forts en Racine.	Epaisseur des contre=forts à la queüe.	Hauteur des Revête=mens.
pieds	pi. po. l[...]	po. lig.	pieds.	pie. pou.	pie. pou.	pieds
10.	3. 5. [...]	4. 0.	4.	3. 0.	2. 0.	10
15	4. 1. [...]	9. 1.	5.	3. 6.	2. 4.	15
20	4. 8. [...]	6. 5.	6.	4. 0.	2. 8.	20
25	5. 2. [...]	[...]0. 8.	7.	4. 6.	3. 0.	25
30	5. 5. [...]	[...]0. 6.	8.	5. 0.	3. 4.	30
35	5. 8. [...]	3. 4.	9.	5. 6.	3. 8.	35
40	5. 10. [...]	4. 8.	10.	6. 0	4. 0.	40
45	6. 0. [...]	5. 9.	11.	6. 6.	4. 4.	45
50	6. 1. [...]	6. 3.	12.	7. 0.	4. 8.	50
55	6. 2. [...]	6. 3.	13.	7. 6.	5. 0.	55
60	6. 3. [...]	[...]. 1.	14.	8. 0.	5. 4.	60
65	6. 4. [...]	7. 2.	15.	8. 6.	5. 8.	65
70	6. 5. [...]	[...]. 2.	16.	9. 0.	6. 0.	70
75	6. 6. [...]	2. 8.	17.	9. 6.	6. 4.	75
80	6. 7. [...]	[...]. 9.	18.	10. 0.	6. 8.	80
85	6. 8. [...]	[...]0. 11.	19.	10. 6.	7. 0.	85
90	6. 9. [...]	[...]. 9.	20.	11. 0.	7. 4.	90
95	6. 11. [...]	[...]. 7.	21.	11. 6.	7. 8.	95
100	7. 0. [...]	[...]. 6.	22.	12. 0.	8. 0.	100

TA[illegible]temens qui ne soutiennent point de Parap[illegible]vrages qui auroient depuis 10. pieds jusqu[illegible], avec les dimensions des contreforts, observ[illegible] La S.^{ce} des Ing.^{rs} liv. III. pl. 10. pag. 78.

hauteur des Revetemens.	Epa[illegible] au [illegible] et pour [illegible] 10.^e de [illegible]	Epaisseur sur la base pour un 10.^e de talud.	Longueur des Contreforts.	Epaisseur des Contreforts en Racine.	Epaisseur des Contreforts à la queüe	hauteur des Revêtemens
pieds.	pi. p.	pi. po. lig.	pieds.	pi. po.	pi. po.	pieds.
10.	1. [illegible]	3. 1. 4.	4.	3. 0.	2. 0.	10.
15.	1. 8.	4. 7. 8.	5.	3. 6.	2. 4.	15.
20.	2. [illegible]	6. 0. 8.	6.	4. 0.	2. 8.	20.
25.	2. 7.	7. 5. 7.	7.	4. 6.	3. 0.	25.
30.	3. [illegible]	8. 10. 7.	8.	5. 0.	3. 4.	30.
35.	3. [illegible]	10. 1. 6.	9.	5. 6.	3. 8.	35.
40.	4. [illegible]	11. 5. 3.	10.	6. 0.	4. 0.	40.
45.	4. [illegible]	12. 7. 11.	11.	6. 6.	4. 4.	45.
50.	4. [illegible]	13. 9. 6.	12.	7. 0.	4. 8.	50.
55.	4. [illegible]	14. 11. 2.	13.	7. 6.	5. 0.	55.
60.	4. [illegible]	16. 0. 4.	14.	8. 0.	5. 4.	60.
65.	4. [illegible]	17. 0. 5.	15.	8. 6.	5. 8.	65.
70.	5. [illegible]	17. 11. 4.	16.	9. 0.	6. 0.	70.
75.	5. [illegible]	18. 11. 11.	17.	9. 6.	6. 4.	75.
80.	5. [illegible]	19. 10. 0.	18.	10. 0.	6. 8.	80.
85.	5. [illegible]	20. 5. 0.	19.	10. 6.	7. 0.	85.
90.	5. [illegible]	21. 4. 6.	20.	11. 0.	7. 4.	90.
95.	5. 2.	22. 0. 2.	21.	11. 6.	7. 8.	95.
100.	5. 0.	22. 8. 9.	22.	12. 0.	8. 0.	100.



Digitized by Google

voit d'abord intrigué : mais après en avoir aperçu la raison, j'ai regardé ce changement comme une preuve de la justesse du principe, plûtôt que de la part des fautes qui auroient pû se glisser dans les calculs ; voilà l'avantage des Mathematiques, qui est de voir toûjours clair à ce que l'on fait.

CHAPITRE ONZIE'ME.

De la construction des Souterrains, & comme l'on aplique sur leurs Voûtes les Chapes de Ciment.

L'On entend par souterrain, tous les lieux voutés qui se pratiquent sous les remparts d'une place, comme les poternes qui servent à communiquer dans les ouvrages detachés, les Magasins que l'on peut placer dans les tours, les lieux que l'on fait à l'épreuve de la bombe, pour servir de refuge en tems de siége.

Les souterrains sont d'un grand secours dans les petites Forteresses, Citadelles, Forts, & Châteaux, où il n'y a pas d'endroit qui ne soit exposé à être detruit en très peu de tems ; au lieu que dans les grandes places, on a toûjours quelque quartier éloigné des attaques ; où l'on peut mettre les munitions de guerre, de bouche, & même les malades & blessés.

Mais avant de parler de la distribution des souterrains, il est à propos de dire quelque chose sur la maniere de les construire, car il ne suffit pas de les rendre à l'épreuve de la bombe, il faut les mettre aussi à l'abri des injures du tems, & le plus qu'il est possible de l'humidité : pour cela, l'on aplique sur leurs voutes des chapes de ciment, dont voici la fabrique.

Le ciment à cet usage se fait ordinairement avec de la cendrée de Tournai, battuë & preparée tous les quatre ou cinq jours une fois pendant six semaines, observant de n'y mettre de l'eau que la premiere fois ; ou bien l'on prend un tiers de bonne chaux vive sur deux tiers de terrasse de Hollande, que l'on bat & prepare de même ; & au lieu de terrasse de Hollande, on met, si l'on veut, les deux tiers de pozzolane ou de vieux tuilleaux bien cuits, reduits en farine, repassés au tamis de Boulanger ; mais soit qu'on se serve de l'un ou de l'autre de ces cimens, il faut les bien reduire en farine avec un moulin à bras, ensuite battre ensemble les deux matieres qui le composent, & les mêler un long espace de tems dans des

des petits bacquets de planche faits exprès; ce mélange doit se faire à plusieurs reprises, sans y mettre de l'eau que la premiere fois.

Avant d'apliquer le ciment sur les voutes, il est necessaire que la maçonnerie soit bien achevée, & qu'elle ait eu au moins cinq ou six mois de tems pour secher & prendre ses affaissemens, l'on en grate & foüille les joints avec un petit crochet de fer, après quoi on nétoye bien le dessus, que l'on arrose en y jettant de l'eau avec un arrosoir, puis l'on aplique le ciment tout fraichement demêlé, de l'épaisseur d'un pouce & demi, qu'on étend bien également, on le bat de long & de large, avec de petites battes de deux pouces de largeur seulement, pour mieux presser le ciment dans les joints, ensuite avec des fers polis, comme ceux dont on se sert pour repasser le linge, & retroussés par les bouts en adoucissant, l'on rend la premiere couche unie jusqu'à ce qu'elle commence à s'affermir, on broüille tous les jours pendant un tems sa superficie, avec un torchon de drap, gros comme la tête, emmenché au bout d'un bâton, & trempé dans un seau de ciment delayé, on passe aussi-tôt le lissoir dessus, après cela on couvre tout le couchi avec des paillassons, jusqu'au lendemain, afin que les chaleurs ne le fassent point gerser, l'on repete cette manœuvre, c'est-à-dire, l'on broüille, on lisse, & on recouvre, tant qu'on s'aperçoive qu'il n'y a plus de gersure dans la superficie; cela fait on broüille encore pendant cinq ou six jours de suite sans lisser, ni paillassonner.

En appliquant les chapes de ciment, on aura soin sur toute chose de les rendre bien unies, & de terminer le sommet des voutes en dos d'âne, avec des pentes dirigées comme celle des toits; en construisant la voute, l'on fera ensorte qu'elle soit également ceintrée, & bandée sur le ceintre, ne se servant que de mortier choisi, & que la pierre qu'on mettra en œuvre soit bien apareillée: si au lieu de pierre l'on employe de la brique, on choisira la mieux cuite, dont on fera quatre ou cinq voutes repetées l'une sur l'autre, & chacune d'elles bandée, & bien fichée de coins sous les clefs separément, & lors qu'on apliquera les chapes de ciment, l'on prendra bien garde qu'elles couvrent toutes les parties de la maçonnerie, de façon qu'aucune pierre ne se montre au travers, on couvre ensuite la chape de ciment, d'un lit de gros sable ou gravier, de quatre à cinq pouces d'épais, qu'on étend également par tout; sur celui-ci on en met un autre de terre, d'un pied & demi bien battu, & on continuë de même de lit en lit, jusqu'au parfait terrassement: c'est ainsi qu'on en a usé pour couvrir les voutes des tours

bastionnées

Digitized by Google

baſtionnées du neuf Briſack, comme on le verra dans le 6e. Livre.

Autrefois, quand on faiſoit des Voûtes de Briques, on les compoſoit comme je le viens de dire de pluſieurs Voûtes l'une ſur l'autre qui avoient chacune une brique d'épaiſſeur, ſans faire enſemble aucune liaiſon; mais on a reconnu depuis que cette pratique ne valoit rien, qu'il convenoit beaucoup mieux de les faire en liaiſon alternative depuis l'intrados juſqu'à l'extrados, ſans aucune interruption, ayant beaucoup plus de force pour réſiſter au choc des Bombes. L'inconvenient des Voûtes repetées l'une ſur l'autre, c'eſt que s'il ſe fait quelque écorchement à la premiere, auſſi-tôt qu'il vient à ſe détacher deux ou trois briques, toutes les autres ſe ſéparent de ſuite; ce qui rend les réparations très difficiles, parce qu'on ne trouve point d'amorce pour lier la nouvelle Maçonnerie avec la vieille: l'on a même vû pluſieurs fois la premiere Voûte ſoufler & ſe détacher entierement de la ſeconde, peu de tems après la conſtruction de l'ouvrage.

A l'occaſion des ſouterrains, je raporterai ici ce qui a été obſervé dans la conſtruction de la fameuſe Orangerie de Verſailles, afin qu'en pareil cas, on puiſſe, ſi on le juge à propos, ſuivre ce que l'on a fait pour mettre cet édifice à l'abri des injures du tems.

Auſſi-tôt que la voute fut formée, on netoya proprement le deſſus des reins, au bas deſquels on commença un lit de pierre ou de moilon à ſec de 18. pouces de hauteur, avec de la pouſſiere de chaux, entre leurs joints, enſuite on a mis au deſſus un lit auſſi de pouſſiere de chaux, de 4. pouces d'épaiſſeur, & ſur celui-ci on en fit un troiſiéme de cailloux de vignes, & de galets bien lavés, de 12. pouces d'épaiſſeur, ſur lequel on en mit derechef un quatriéme de pouſſiere de chaux, toûjours de 4. pouces, & par deſſus un cinquiéme de galets, & ainſi juſqu'au niveau du ſommet de la voute, ſur laquelle on a poſé un dernier lit de galets, de 12. pouces, recouvert d'une couche de mortier, qui occupe tout l'eſpace de deſſus, juſqu'au delà même des pieds droits; l'on s'eſt ſi bien trouvé de cette fabrique, que, quoique le deſſus de cette Orangerie ne ſoit qu'une terraſſe, il n'eſt arrivé aucun dommage à la voute.

On ſuit encore une pratique qui differe un peu de la précédente: c'eſt qu'après avoir mis ſur la voute un lit de pierre ſeche, dont les joints ſont remplis de pouſiere de chaux, & en avoir repandu par deſſus environ quatre pouces d'épaiſſeur, on met un lit de terre glaiſe, de 12. pouces bien battuë, qu'on couvre d'un autre lit de galets auſſi de 12. pouces, entremêlés de pouſſiere de chaux, ſur

lequel on en met un dernier de mortier, de trois à quatre pouces d'épaisseur, pour recevoir les terres.

Les voutes des souterrains, pour être à l'épreuve de la bombe, doivent avoir au moins trois pieds d'épaisseur, recouvertes par cinq ou six pieds de terre; quant à la figure qu'elles doivent avoir, celle à plein ceintre est la meilleure pour les raisons raportées dans le second Livre.

Les souterrains se placent ordinairement sous le terre-plain des Bastions, parce que là on peut leur donner plus d'étenduë que sous la courtine, qui n'a point tant de largeur; mais, en quelque endroit qu'on veuille les placer, il faut faire ensorte d'en tirer toutes les commodités possibles, afin qu'ils puissent servir à plusieurs usages, par exemple, on peut y faire des fours, des citernes, & des cheminées, pour s'en servir au besoin.

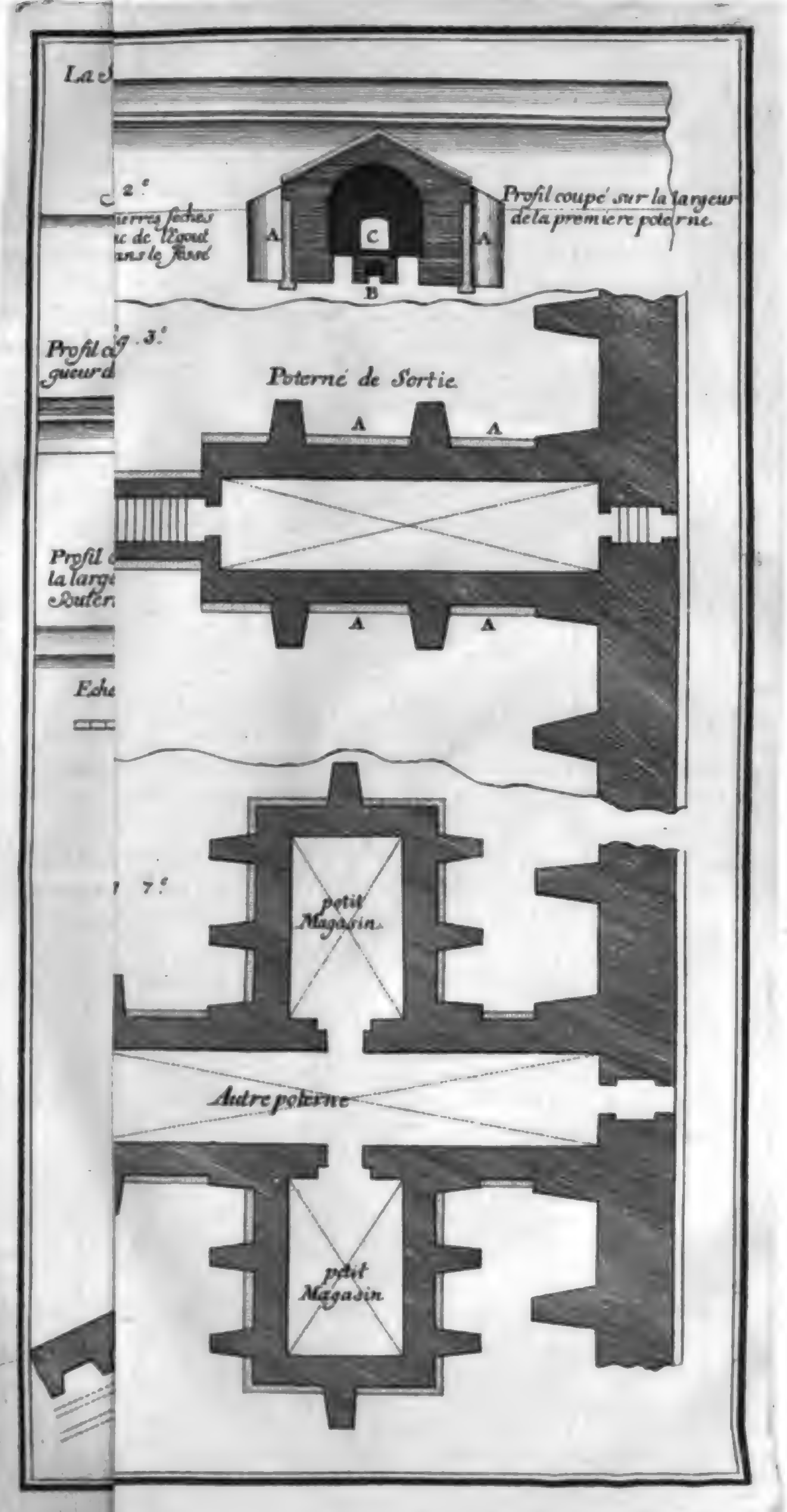
Planch. 11. Si l'on jette les yeux sur la figure 6e. de la planche 11e. l'on verra des souterrains, qui sont pratiqués sous un cavalier, qui occupent le terre-plain d'un Bastion; l'on remarquera que leur distribution est disposée de maniere, qu'on peut y faire des boulangeries, pour cuire le pain de la garnison, des cuisines, des celliers, enfin tous autres lieux propres à mettre à couvert des munitions.

La figure 5e. est un profil coupé sur la largeur des souterrains, qui fait voir la disposition des chapes de ciment sur les voutes, & comme les tuyaux des cheminées passent dans le parapet du cavalier, pour ne ponit incommoder le service du canon. Par la figure 4e. l'on verra le profil des mêmes souterrains, coupé sur la capitale du Bastion, où l'on remarquera qu'on a menagé des portes au souterrain du milieu, pour communiquer dans les deux autres voisins.

Quand les chapes de ciment sont apliquées sur des voutes, au dessus desquelles il y a des plateformes, il faut au lieu de terminer la chape à l'extremité des pentes, la retrousser contre la muraille, afin que les eaux de pluye ne puissent point s'introduire sur la voute; pour leur donner un écoulement, on fera une rigole, qui, regnant tout autour de la plateforme, conduira les eaux dans des gargoüilles, qui les porteront dans le fossé.

Pour garantir les pieds droits des voutes des souterrains, des eaux qui filtrent dans les terres, il faut leur adosser un petit mur de pierres seches, de deux pieds d'épaisseur, c'est-à-dire, arragées à la main sans mortier, les joints remplis de gravier; ces murs doivent être élevés jusqu'à deux pieds au-dessous des pentes de la voute, afin de remplir cet intervalle de bonne maçonnerie, à chaux & à sable,

Digitized by Google



Digitized by Google

ſable, bien recouverte par le prolognement de la chape de ciment, qui regnant ſur toute l'épaiſſeur de ces petits murs, mettra les pieds droits à l'abri de la tranſpiration, & de l'humidité: pour bien faire il faut fonder ces pierrées deux pieds plus bas que l'aire des ſouterrains, afin d'y pratiquer des conduits, dans le milieu de la fondation, pour l'égout des eaux.

Il me reſte à parler des Poternes, ſur leſquelles il n'y a pas grand choſe à dire, parce que leur conſtruction eſt la même que celle des autres ſouterrains; on les place dans le milieu des courtines, quelquefois derriere les orillons, pour communiquer dans la tenaille, ou dans le foſſé quand il eſt à ſec; mais plus ordinairement dans le milieu des courtines, pour aller droit à la demi-lune. Si l'on conſidere les figures premiere, ſeconde, & troiſiéme, l'on verra qu'elles repreſentent les plans & profils d'une poterne, que je ne m'arreterai point à détailler, parce qu'il en ſera fait mention dans le 6e. Livre: on remarquera ſeulement que dans le tems qu'on les conſtruit, il eſt à propos de faire au deſſous de leur rez-de-Chauſſée, un petit acqueduc pour ſervir d'égout aux eaux des ruës, & les conduire dans le foſſé.

J'ai penſé pluſieurs fois, à l'occaſion des poternes, qu'on pouvoit, à droit & à gauche du paſſage, pratiquer ſous la courtine deux petits magaſins, qui ſeroient d'une grande utilité en tems de ſiége, pour ſervir d'entrepots aux munitions qu'on voudroit avoir à portée des ouvrages detachés, & à pluſieurs autres uſages, dont ceux qui ſe ſont trouvés dans des places aſſiegées, ſentiront aſſés la conſequence: ſi l'on jette les yeux ſur la figure 7e. l'on verra aſſez clairement quel eſt mon deſſein, ſans qu'il ſoit beſoin d'une plus longue explication: je dirai ſeulement que la poterne qu'elle repreſente eſt ſupoſée en rempe, ſans aucun degré.

J'aurois pû raporter encore pluſieurs autres diſtributions de ſouterrains, car la plûpart de nos places nous en fourniſſent d'aſſés magnifiques, pour ne pas manquer de bons modeles: mais comme l'application qu'on en fait depend des lieux, de la diſpoſition des ouvrages, & de quantité de circonſtances que la ſeule neceſſité fait bien diriger; j'ai crû devoir m'en tenir à l'idée que je viens de donner, qui ſuffira à de jeunes Ingenieurs, pour les mettre en état d'executer les projets de ces ſortes d'ouvrages, pour peu qu'ils ſoient aidés par les devis, plans, profils, & inſtructions particulieres, que les chefs ont coûtume de leur donner en pareil cas.

Digitized by Google

CHAPITRE DOUZIE'ME.

De la maniere de construire les Ouvrages de Terrasses.

A Mesure que l'on éleve le revêtement d'un ouvrage, l'on fait le remblais des terres pour former le rempart. On commence par égaliser le fond du terrain qui répond à la derniere retraite du côté de la place, en lui donnant une pente d'environ trois pouces par toise du devant au derriere, afin de soulager le revêtement; car nous supposons que cet espace est bien deblayé, & n'est pas occupé par les terres qu'on a tirées du fossé pour former les remparts, c'est ce qui nous a fait dire dans le 8e. Chapitre qu'il falloit les porter à 8 ou 10 toises au-delà de l'allignement interieur de la muraille, afin qu'on ne soit pas obligé de les rejetter plus loin, mais placées de façon que les travailleurs, les ayant sous la main pour faire les remblais, l'on pose un lit de fascinage, dont le gros bout est du côté de la muraille, les brins espacés de 4 à 5 pouces les uns des autres: les fascines doivent avoir au moins 12 pieds de longueur, & 3 ou 4 pouces de circonference par le gros bout, on les recouvre d'un lit de terre d'environ 8 pouces de hauteur que l'on bat à la Dame tant qu'il soit réduit à six; on répete un second & un troisiéme lit de terre toûjours de 8 pouces bien batus & chacun réduit à six pouces. S'il se rencontre des pierres qui empêchent qu'on ne puisse battre également par-tout, on les ôte pour les mettre de côté, ensuite on étend sur ce troisiéme tas un second lit de fascinage disposé comme le premier, que l'on couvre encore de trois autres tas de terre de 8 pouces, chacun batus séparement & réduits à 6 que l'on recouvre encore d'un lit de fascinage, ainsi de suite alternativement trois tas de terres, & un lit de fascinage jusqu'à la hauteur du terre-plain du rempart auquel on donne une pente d'un pied & demi depuis la banquette jusqu'au talud interieur, en observant d'en faire la surface d'une terre bien épierrée & battuë si uniment que les eaux de pluye coulent sans difficulté; après quoi on éleve le parapet qui se construit de même que le rempart; mais avec un peu plus de précaution: car si les terres dont on veut se servir sont pierreuses, on les passe à la claye, ou bien on en choisit de douce, & de celle qui convient le mieux.

C'est ainsi qu'on a coûtume de travailler les ouvrages de terrasse

en

Digitized by Google

en les mêlant avec des lits de faſcinage que je ne voudrois pourtant employer qu'à la derniere extrêmité quand on a des terres boüeuſes ou ſabloneuſes qui n'ont point de cervelle, encore ne devroit-on s'en ſervir que lorſqu'on fait des ouvrages qui ne ſont revêtus que de gaſons; car pour ceux qui ſont ſoûtenus par une bonne muraille, je croi qu'avec un peu de précaution on pourroit s'en paſſer: leur deffaut eſt qu'étant nouvellement poſées elles empêchent par leur reſſort qu'on puiſſe battre les terres auſſi ſolidement qu'on le feroit s'il n'y en avoit point, & que venant à ſe pourrir au bout d'un certain tems elles laiſſent beaucoup de vuide, ce qui fait que les terres s'affaiſſent tout de nouveau & ſe réduiſent à une hauteur beaucoup au-deſſous de celle qui avoit été reglée par les profils.

Pour ſe paſſer de faſcines dans la conſtruction des Ouvrages revêtus, je voudrois que les remblais ſuiviſſent exactement le progrés de la Maçonnerie, s'il s'agit d'un ouvrage qui ait pluſieurs côtés, après avoir élevé la Maçonnerie d'une face de Baſtion, par exemple à une certaine hauteur qui ſera ſi l'on veut de deux pieds, les Maçons la quitteront pour aller faire une pareille levée à l'autre face ou au flanc voiſin, & les Terraſſiers viendront s'emparer de celle qui eſt vacante pour faire les remblais à la hauteur où ſe trouve la Maçonnerie, obſervant de bien battre les terres lit par lit de 8 pouces en 8 pouces, toûjours réduites à 6, enſuite les Maçons reviendront à la partie qu'ils avoient abandonnée pour y faire une deuxiéme levée de deux pieds, tandis que les Terraſſiers occuperont celle que viennent de quitter les Maçons, deſorte que pour bien faire il faut que les Maçons & les Terraſſiers ſe ſuccedent alternativement. De cette conduite, il arrivera deux choſes également avantageuſes; la premiere, c'eſt que les Maçons auront toûjours un emplacement commode pour y travailler à leur aiſe, par conſequent feront un meilleur ouvrage; la ſeconde c'eſt qu'en jettant ſur les terres nouvellement battuës, les materiaux qu'ils doivent employer à leur nouvelle levée, & les piétinemens continuels de tous ceux qui ſeront employés à la Maçonnerie, battront les terres incomparablement mieux qu'elles ne l'avoient été d'abord; ce qui leur fera prendre tout l'affaiſſement auquel elle ne ſeroient arrivées que longtems après l'ouvrage achevé.

Ce qui demande encore beaucoup d'attention dans la conſtruction des ouvrages de terraſſe, ce ſont les revêtemens de placage ou de gaſon. Le placage ſe fait avec de la terre noire non pierreuſe, qui ne doit être, ni trop graſſe, ni trop maigre, mais participante des deux, afin qu'elle ne ſe fende ni ne ſe renfle point après qu'elle

Digitized by Google

aura été employée. On commence par creuser une petite tranchée au pied du parapet pour servir comme de fondement au reste de l'ouvrage, on la remplit de la terre servant au placage, & on a soin de la moüiller & de la lier avec celle qui compose le parapet: après l'avoir bien battuë, on étend dessus un lit de chiendent fraîchement tiré pour reprendre plus aisément, ensuite l'on applique le premier tas; c'est-à-dire un premier lit de terre noire auquel on donne 12 pouces d'épaisseur sur 6 de hauteur que l'on bat bien en long & en large, jusqu'à ce qu'il soit réduit à n'en avoir plus que 4, on recouvre ce lit d'un autre de chiendent mêlé avec de la petite fascine: sur ce tas ci, on en aplique un autre battu & bien lié avec les terres du parapet que l'on bat & garnit de lit de grand fascinage dont le gros bout est éloigné d'environ 4 pouces du placage, auquel on fait suivre le talud que doit avoir le parapet après en avoir recoupé le parement, & comme sa hauteur au-dessus de la banquette est toûjours de quatre pieds & demi, son talud est de 18 pouces qui est le 6e de la hauteur. Quant au talud exterieur, on lui donne les deux tiers de la hauteur; c'est-à-dire que quand un ouvrage est revêtu de gason ou de placage, s'il a exterieurement 18 pieds de hauteur, on lui en donne 12 de talud.

Les revêtemens de gasonnage se font à peu-près comme le précedent; car on commence par poser une premiere assise de gason au-dessous du niveau de la derniere banquette pour servir de base ou de merande aux autres qu'on doit élever dessus, tous les gasons dont on se sert doivent avoir 15 à 16 pouces de queuë sur 6 de largeur & autant de hauteur taillés en coin de mire, cette hauteur de 6 pouces est réduite à 4 après que le gason est mis en œuvre. Sur cette premiere assise on en pose une seconde, & sur celle-ci une troisiéme bien disposée à joints recouverts & conduits de niveau sur toute la longueur de l'ouvrage, ces assises sont entre-lassées avec des brins de saule & quelque-fois de chiendent de même qu'au placage, & de 3 assises, en 3 assises, on étend un lit de grand fascinage qu'on recouvre de terre bien battuë pour former le parapet, & à mesure que l'ouvrage avance, on recoupe le parement pour qu'il soit bien uni & fasse le même effet que s'il étoit de Maçonnerie; tous les angles saillans d'un parapet interieur ou exterieur se font en arrondissant, parce qu'autrement il seroit bien-tôt émoussé, c'est même dans ces endroits où la main du Gasonneur montre son adresse.

Le gason, pour être bon, doit être coupé dans un pré bien herbu & racineux un peu humide, les prés qui sont tourbeux ou sablo-

neux

Digitized by Google

neux ne valent rien pour cela; toutes les saisons ne sont pas propres non plus pour le gasonnage, le tems le plus convenable est le Printems & l'Automne.

Il faut environ 250 gasons & 12 fascines pour une toise quarrée de gasonnage, il semble que 216 gasons devroient suffire, mais on en compte 40 de plus pour remplacer ceux de rebut, un bon gason pese ordinairement 15 liv. & un Chariot en voiture 100.

Un bon Coupeur de gasons peut en couper jusqu'à 1500 dans un jour d'Eté & la moitié seulement dans un jour d'Hyver, le Gasonneur en peut poser & raser 10 toises quarrées dans un jour, & même d'avantage s'il est bien servi pour la terre & pour la fascine.

Je ne dis rien ici du tunage & du clayonage, parce que je me propose d'en parler dans l'Architecture Ydraulique; je passe aussi sous silence quantité de petits détails au sujet de la maniere de travailler les terres, qui ne sont point assés de consequence pour meriter une attention particuliere.

A l'égard des Fosses qui environnent les ouvrages, leur excavation ne doit point être plus profonde que le niveau de la derniere retraite des fondemens; mais quand ils sont à sec, on observe pourtant de leur donner un peu de talud en venant du pied du rempart dans le milieu, & du pied de la contrescarpe dans le même milieu afin de faciliter l'écoulement des eaux de pluye.

Quand la contrescarpe n'est point revêtuë, on donne aux bords du Fossé un talud égal à sa profondeur, & à mesure qu'on aprofondit, on fait d'abord des banquettes au lieu de talud pour faciliter les allées & venuës des travailleurs: &, après que la vuidange est faite, ces banquettes sont coupées pour former le talud dont je viens de parler. On donne aussi un semblable talud au pied des ouvrages de terrasse qui ont une berme.

Je ne parle point de la largeur ni de la hauteur que l'on donne au terre-plain des rempars, parce que cela doit être reglé par les profils, je dirai cependant que le talud interieur de tous les remparts ont une fois & demi leur hauteur; c'est-à-dire que si un rempart à 12 pieds de haut, on lui en donnera 18 de talud.

Je ne dois point oublier de dire ici que quand on forme les faces des Bastions, demi-Lunes, contre-Gardes, &c. on observe de leur donner plus d'élevation aux angles saillans qu'aux extrêmités: je veux dire que ces faces ont une petite pente en venant de l'angle saillant aux extrêmités, qui est reglée suivant la longueur que doivent avoir ces faces, cela contribuë à donner plus de grace à un ouvrage & à le couvrir contre les enfilades. Mais quand on a seulement

Voyez la 14e. Planche qui comprend l'élevation d'un front de Fortification.

ment ce dernier motif en vûe, il y en a qui aiment mieux faire des sur-touts aux angles saillans. J'ajoûterai aussi, qu'on donne aux remparts & parapets des Ouvrages, un peu plus d'élevation que celle qui a été reglée par les profils, pour prévenir les réductions que causent les affaissemens.

Quand on fait des demi revêtemens aux ouvrages, on y laisse quelque-fois une berme de 10 pieds de largeur pour une haye vive, qui se fait d'Epines blanches provenans de jeunes plantes pépinieres. Elle se plante sur deux lignes, dont la premiere est à 5 pieds du parapet, & la seconde à 2 pieds de la premiere, on la laboure de tems en tems, & au bout de trois ans on la récepe tout près de terre, trois autres années après la haye s'étant élévée à une certaine hauteur on entre-lasse tous ses brins les uns dans les autres, de maniere qu'ils fassent un tissu de 4 à 5 pieds, ce qui se doit répéter tous les ans, jusqu'à ce qu'elle soit parvenuë à la hauteur de 6 pieds, on la taille proprement devant & derriere afin qu'elle s'épaississe mieux, & on la laisse anticiper jusqu'à la moitié de l'épaisseur du revêtement au sommet afin qu'il ne reste d'autre espace que celui qui sera necessaire pour le passage du Jardinier qui la cultivera.

On plante ordinairement des Arbres sur le Rempart de la Place trois ou quatre ans après qu'on l'a élevé, afin que les terres ayent eû le tems de s'affaisser: on en met trois rangées; la premiere se fait au pied de la banquette, la seconde à trois ou quatre pieds du bord interieur du terre-plain, & la troisiéme au pied du talud du rempart. On choisit des Ormes d'une belle tige, bien garnis de leurs racines, qui ne doivent être ni alterées ni offensées; quant à leur grosseur, il suffit qu'ils ayent 6 à 7 pouces de pourtour, parce qu'ils en reprennent mieux que s'ils étoient plus forts: on les plante à 15 pieds de distance les uns des autres, faisant des trous de 3 pieds en quarré sur autant de profondeur. Il est à propos de faire ces trous trois ou quatre mois avant de planter les Arbres, afin que le fonds puisse s'engraisser. On a encore beaucoup d'autres petites attentions, qui sont essentielles pour les faire profiter, mais qui sont assés connuës des Jardiniers pour me dispenser d'en faire le détail.

Je n'ai pas encore parlé du chemin couvert, parce que sa construction n'a rien qui ne soit renfermé dans ce qu'on a vû au sujet de la maniere de construire les Ouvrages de terrasse; je dirai pourtant, qu'on lui donne ordinairement 6 toises de largeur formé par un parapet de 4 pieds & demi de haut élevé sur deux ou trois banquetes selon qu'on est obligé de se couvrir contre la campagne: quelquefois l'on soûtient ce parapet d'un petit revêtement de Maçonnerie

çonnerie qu'on ne construit qu'après que les terres se sont bien affermies, on l'établit sur une fondation de trois ou quatre tas de brique de hauteur, sur 2 briques & demi d'épaisseur, & on lui donne deux briques sur la base & une brique & demi au sommet sur trois pieds de hauteur, le reste du parapet qui est d'un pied & demi, se revêtit de gason ou de placage.

Les angles saillans des Places d'Armes en rase campagne doivent être élevés d'un pied plus que l'extrêmité de leur face pour se couvrir contre les enfilades; dans le milieu de chaque face on pratique une sortie coupée à niveau du terre-plain, on lui donne 9 à 10 pieds de largeur sur 15 de longueur pris du sommet du parapet & pour défiler le passage, on le détourne en arrondissant vers l'angle rentrant, aux deux côtez de chaque sortie on plante un poteau aiguisé & contre-fiché sur un seüil pour porter deux manteaux de barriere que l'on fait de barreaux à claire voye dont le sommet finit en pointe façonnée comme celle des pallissades, élevé à la même hauteur & sur le même allignement.

Les Places d'Armes rentrantes & saillantes se ferment ordinairement par des traverses de terre ausquelles on donne 18 pieds d'épaisseur au sommet, leur parapet est élevé à la même hauteur que celui du chemin couvert, avec le même nombre de Banquettes. Quand la contrescarpe est revêtuë de Maçonnerie, les profils des traverses le sont aussi, ce qui les rend capables d'un plus grand feu à cause que l'on n'est pas obligé de leur donner aussi grand talud de ce côté-là.

A un demi pied du parapet tant du chemin couvert que des traverses, on plante sur la Banquette un rang de palissades de bois de chêne, de brin ou de quartier, de 8 pieds & demi de longueur sur 18 à 20 pouces de tour mesuré au milieu, elles sont apointées de 12 à 13 pouces de longueur, la pointe droite sur le milieu un peu tronquée pour éviter la pourriture, on les espace également à 2 pouces de distance l'une de l'autre mesurée sur le linteau auquel elles sont attachées avec des chevilles de bois de chêne bien sec, chassées de force par le gros bout & fendues par le petit, pour être contre-chevillées, le linteau se fait aussi de bois de chêne d'une piéce de 4 pouces sur 5 d'écarrissage, laquelle est refenduë diagonalement à un pouce près des angles oposés, ce qui donne deux cours de linteaux. Mr. le Marêchal de Vauban faisoit surmonter la pointe des palissades de 9 pouces au-dessus de la crête du parapet; mais l'usage à fait connoitre que 6 pouces suffisoient & mettoient les pallissades moins en prise au Canon: on doit les incliner de 6

 pou-

Digitized by Google

pouces du côté du parapet pour mieux résister à la poussée des terres, & que le Soldat soit plus commodement placé pour faire feu.

Il entre ordinairement 8 ou 9 pallissades dans la toise courante dont chacune pése environ 70 liv. Un Chariot en voiture 100. & un Ouvrier avec son manœuvre peut en planter & cheviller trois toises courantes par jour.

Quand un rempart n'est revêtu que de gasons, on le fraise à la hauteur du terre-plain; c'est-à-dire qu'on l'herrisse de pallissades posées horisontalement ayant trois pieds de saillie sur trois pouces de pente, elles sont couchées & chevillées sur un chevet ou linteau. Il y a des personnes qui ajoûtent un second linteau sur l'extrémité qui est enterrée, afin qu'on trouve plus de difficulté à les arracher; mais cela paroit assés inutile. Ces pallissades sont espacées les unes des autres de 4 à 5 pouces, il en faut environ 6 à 7 par toise courante.

Comme les Ouvrages revêtus de gasons ont ordinairement une berme, on y plante aussi au bord du Fossé un autre rang de pallissade qui presente la pointe du côté de la Campagne, on leur fait faire un angle de 45 degrés avec l'horison, & leur saillie est à peu près de 4 pieds 10 pouces.

Je crois ne pouvoir mieux finir ce troisiéme Livre, qu'en raportant quelques Réglemens de Mr. le Marêchal de Vauban au sujet des Travaux, qui conviendront parfaitement ici pour donner aux jeunes Ingenieurs une idée generale de la façon dont se doivent faire les toisés des Ouvrages, & ce qu'il faut suivre pour avoir de l'ordre & de l'arrangement quand on est chargé du détail.

Réglemens de Mr. le Marêchal de Vauban, pour la Conduite des Travaux.

„ L'Ingenieur qui sera chargé en Chef des Travaux d'une Place
„ fera tous les ans un Registre où chaque Article de l'état des Ou-
„ vrages ordonnés pour la même année, aura sa feüille en particu-
„ lier, dans laquelle tous les payemens de la dépense seront rapor-
„ tés en gros & en détail depuis le commencement de son execu-
„ tion jusqu'à sa fin, conformément aux marchés qui en auront été
„ faits & aux comptes & toisés qui seront arrêtés de tems en tems
„ avec les Entrepreneurs; moyennant quoi il lui sera aisé, en quel-
„ que tems que ce soit, de faire voir l'état des Ouvrages dont on
„ pourra tirer des connoissances necessaires pour le tems de leur
durée

» durée, & les moyens de les pouvoir achever.

» Les Entrepreneurs n'en commenceront aucun en gros ni en » détail, qu'on ne leur ait donné la figure & l'étendue au juste, » marqué toutes les hauteurs & profondeurs, & fait un toisé géné- » ral, du contenu duquel on leur donnera copie, qu'ils signeront. » Après qu'ils les auront achevés, ils seront mesurés pour la seconde » fois; & si la quantité, qu'on aura trouvée à la fin, differe du com- » mencement, on prendra toûjours le moindre nombre pour le » compte du Roy; ce qui se doit entendre pour le remuëment des » terres seulement; car pour la maçonnerie il pourroit y avoir des » changemens dans la fondation, qui seroient si éloignés du toisé » estimatif, qu'on ne pourroit pas s'y tenir sans tomber volontai- » rement dans une erreur considerable.

» Tous les ouvrages de terre seront mesurés par l'excavation » des fossés d'où on les aura tirés, à moins qu'il ne fût expresse- » ment specifié par le marché de la faire autrement.

» Tous les temoins de terre seront faits en profils, & non en pi- » ramide, à cause des abus & tromperies qui s'y commettent: & » ici se feront toûjours de concert avec l'Ingenieur, & l'Entrepre- » neur.

» L'Ingenieur ne fera payer personne à bon compte, sur les ou- » vrages, qu'il ne soit certain, par un bon mesurage, de la possibi- » lité de le faire ou non, sans rien hazarder pour le Roy.

» A l'égard des ouvrages de maçonnerie, on tiendra des atta- » chemens ou des memoires exacts, signés reciproquement de l'In- » genieur & de l'Entrepreneur, & même des principaux conduc- » teurs des ouvrages, où toutes les épaisseurs, longueurs, & hau- » teurs de chaque partie, seront nettement expliquées, specifiant » bien l'endroit de chacune, afin d'éviter toute sorte d'embroüille- » ment & de supercherie dans les toisés generaux.

» Pour la charpenterie, on tiendra des attachemens de même » de tous les bois qui seront attachés, & de ceux qui ne le seront » pas, specifiant bien le nom de chaque espece, & même figurant » à la marge, le mieux qu'il sera possible, la partie dont il est ques- » tion, afin d'éviter toute obscurité.

» La même chose sera aussi observée pour la maçonnerie, tout » autant de fois qu'on croira en avoir besoin, pour plus grand éclair- » cissement.

» Tous les ouvrages de fer seront pesés à la livre de seize onces » en presence de l'Ingenieur, après qu'ils auront été forgés, avant » que d'être employés.

„ Ceux de maçonnerie à la toise cube, si c'est de gros murs „ ou à la toise quarrée, si c'est de simple mur comme des Cazer- „ nes, magasins, corps de gardes, & autres.

„ Le mesurage de terre se fera à la toise cube de France, celui „ des gasons à queuë, gasons plats, & placages, à la toise quarrée, „ celui de la charpenterie au cent de solives.

„ Sur la fin de chaque année, au tems que les ouvrages finis- „ sent, l'Ingenieur arrêtera toutes les dépenses qui auront été fai- „ tes, sur son registre, & raportera sur son projet de l'année cou- „ rante, l'état où seront les ouvrages de la place, & ce que cha- „ cun aura couté, en marge, vis-à-vis de son article; contant „ après les revenans bon, ou les dettes qui s'y trouveront, pour fai- „ re état des premiers, comme fonds déja reçus, & des seconds, „ comme premier fonds à demander sur le projet de l'an prochain, „ ensuite dequoi il y travaillera, y raportant tous les ouvrages qui „ auront été reglés, avec l'estimation de chacun en particulier, le „ plus juste qu'il sera possible, afin que l'on puisse choisir ceux que „ l'on jugera les plus necessaires: il faudra aussi raporter aprés cela, „ le prix des materiaux en provision, qui tiendront lieu de fonds, „ & à la fin, le nom de tous les gens employés à la fortification, „ & les apointemens d'un chacun; & pourvû que cet ordre soit „ exactement observé, l'on ne tombera dans aucune erreur, & l'on „ verra toûjours clair dans toutes les dépenses faites & à faire.

„ Quand on fera des toisés, soit generaux, soit particuliers, il „ faudra bien specifier le lieu & l'endroit, la qualité des ou- „ vrages, le nom de la piece & de l'Entrepreneur, & même les „ marquer sur le plan, par un renvoi chifré, afin que l'on n'aye „ point de peine à le trouver, quand il s'agira de quelque verifi- „ cation.

„ Secondement, d'en donner les longueurs, largeurs, & profon- „ deurs, par toises, pieds, & pouces, dans l'ordre marqué ci-après „ avec le produit.

„ Troisiémement, d'en distinguer les portions, quand il s'en trou- „ vera plusieurs dans la même piece, par premier, second, & troi- „ siéme. &c.

„ Quatriémement, d'en faire toûjours la suputation par toises, „ pieds, & pouces, parce que cette façon s'explique plus claire- „ rement, & est plus en usage, & moins sujette aux embroüille- „ mens des fractions, que les autres.

„ S'il étoit question, par exemple, de mesurer la vuidange du „ fossé, vis-à-vis la face d'un Bastion, & que ce mesurage fut di-

„ visé

„ visé en plusieurs parties: voici comme l'on en dressera le toisé.

Toisé du Transport des Terres qui a été fait devant la face droite du Bastion N. pour l'aprofondissement de son Fossé & l'élevation de son Rempart, entrepris par. . . . & ses Associés, à raison de 50 s. pour la toise cube, marché fait le . . . du mois de . . . de l'année . . . achevé le . . . du mois de . . . de la même année.

PREMIERE PARTIE.

A commencer de la pointe du Bastion en tirant vers l'épaule.

	toises.	pieds.	pouces.	toises.	pieds.	pouces.
Longueur.	32	3	6	1249	0	0
Largeur réduite.	12	4	8			
Profondeur.	3	0	0			

SECONDE PARTIE.

	toises.	pieds	pouces.	toises.	pieds.	pouces.
Longueur.	8	3	0	325	5	0
Largeur.	12	4	8			
Profondeur.	3	0	0			

TROISIE'ME PARTIE.

Joignant l'épaule du même côté attenant à la précédente.

	toises.	pieds.	pouces.	toises.	pieds.	pouces.
Longueur.	12	0	0	460	0	0
Largeur.	12	4	8			
Profondeur.	3	0	0			
TOTAL.				2034	5	0

Qui à raison de 50 s. la Toise cube, font la somme de 5087 liv. 1 s. 8 d.

„ Quand il s'agit de mesurer de la Maçonnerie, si c'est à la toise „ cube, on tiendra le même ordre, expliquant toûjours les trois „ dimensions; & si c'étoit à la toise quarrée, on n'en expliquera que „ deux longeur & largeur, ce qui se fait particulierement pour le „ gasonage, placage, &c.

 „ Du

„ Du surplus il faudra que les toisés soient purs & nets; c'est-à-„ dire, qu'on ne les doit augmenter pour y comprendre la dépense „ d'autres ouvrages qui n'auroient pas été résolus quelque petits „ qu'ils soient, il ne faut non plus faire aucune diversion des fonds „ qui auront été ordonnés pour la dépense des Ouvrages pour les „ employer à un autre, tels que pourroient être les défections, ré-„ parations des Bâtimens, comme Corps de Gardes, Arsenaux, „ Magasins, &c.

„ Quand ils ont besoin de réparations, il les faut comprendre dans „ le projet & en répresenter la necessité au Ministre, attendu que „ tout toisé augmenté est fort suspect & de mauvais exemple, bien „ que la fin pour laquelle on l'auroit fait fût la plus juste du mon-„ de; car il est à suposer que les Ouvrages dont la dépense a été „ ordonnée par le Ministre, sont toûjours les plus pressés, & sur „ cela on ne la doit point employer à d'autres. Tenir pour maxime „ indubitable, que toutes celles des Fortifications, qui contribuent „ le plus à mettre une Place en sûreté, sont toûjours préferables aux „ autres, de quelque nature qu'ils puissent être.

„ Que si pendant le cours d'une année il vient à tomber quelque „ chose dans un ouvrage qu'on n'ait pas prévû, comme cela arrive „ fort souvent, il faut en faire une estimation particuliere, & en „ donner promptement avis au Ministre à qui on en fera connoître „ la consequence, afin qu'il ordonne de nouveaux fonds pour cela.

„ A l'égard des estimations, suposé qu'il s'agisse de faire celle „ d'une demi-Lune que l'on veut gasonner, fraiser, & pallissader sur „ la Berme ou dans le Fossé; voici comme on procedera, après avoir „ expliqué le lieu & la situation.

Estimation d'une demi-Lune située entre les Bastions N & O, &c.

	toises.	pieds.	pouces.	toises.	pieds.	pouces.
Circuit du Fossé.	10	4	0	2300	0	0
Largeur réduite du Fossé.	120	0	0			
Profondeur.	2	3	0			

Estimé à raison de 45 ſ. la toise cube, font la somme de 7200 l.

Gasonnage à queuë pour l'exterieur de la demi-Lune.

	toises.	pieds.	pouces.	toises.
Longueur.	118	0	0	354
Hauteur.	3	0	0	

Gason-

Digitized by Google

Gasonnage interieur du Parapet & Banquette.

	toises.	pieds.		toises.	pieds.
Longueur.	100	0	}	116	4
Hauteur réduite.	1	1			

TOTAL *du Gasonnage à queuë.* . . . . 469 *toises* 4 *pieds, ou si l'on veut* 470 *toises, quarrées, qui estimées à raison de* 40 *s. chaque toise font.* . . . . 940 *l.*

Gasons plats sur le Parapet & sur les Banquettes.

	toises.	pieds.		toises.	pieds.	pouces.
Longueur.	100	0	}	433	2	0
Largeur réduite.	4	2				

Qui estimées à raison de 8 *s. la toise quarrée font la somme de* 173 *l.* 6 *s.* 8 *d.*

Pour 958 *toises quarrées de fascinage de* 10 *pieds de long, à raison de* 10 *s. pour chaque toise quarrée.* . . . . . 479 *l.*

Circuit réduit de la fraise & de la pallissade, à raison de 6 *l. par toise courante à tout fournir.* . . . . 1230 *l.*

TOTAL *du contenu de cette Estimation.* . 10112 *l.* 6 *s.* 8 *d.*

„ Qand il y aura quelqu'autres parties, il faudra aussi les spe-
„ cifier, comme les Ponts de communication, épuisement d'eau,
„ le revêtement des Profils, Corps de Gardes, & Réduits: cette
„ maniere doit être pratiquée dans les Estimations génerales, des-
„ quelles il faudra tirer des Abregés dont un article comprendra la
„ dépense d'une piéce entiere en cette maniere.

Pour la façon de la demi-Lune ordonnée entre les Bastions N & O, *toute dépense payée, la somme de.* . . . . 10112 l. 6 s. 8 d.

„ Il ne sera pas necessaire d'en faire d'autre détail, puisqu'il aura
„ été fait dans l'Estimation generale à laquelle il faudra avoir recours
„ pour plus grand éclaircissement, & c'est de cet Extrait ou Abregé
„ qu'il faudra tous les ans tirer les projets de depenses. Voilà à peu
„ près quel en sera le formulaire.

Abregé de Dépense restante à faire pour mettre les Fortifications de la Ville en leur entiere perfection.

Pour la façon d'une demi-Lune de terre ordonnée entre les Bastions de France & de Bourgogne, toute dépense payée, la somme de. . . 12000 *l.*

Pour

Digitized by Google

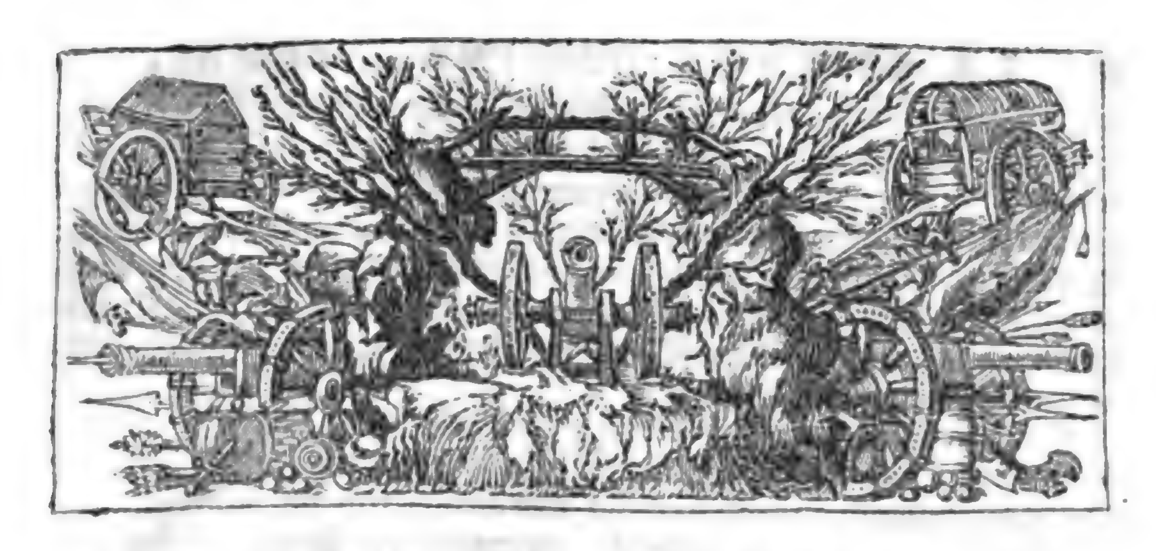
Pour celle du Reduit du Corps de Garde de ladite demi-Lune la somme de	2500 *l.*
Pour achever le nettoyement des Fossez de la Place. .	6000
Pour la façon d'une Ecluse au bas du Chemin couvert la somme de.	8400
Pour six milliers de Pallissades.	3000
Applanissemens des Monticules, Cavins, & Comblemens de Fossez.	4500
Réparations des Chemins couverts.	4200
La façon & fourniture de six Plate-formes sur les Batteries à barbettes du Bastion G.	1200
Il est dû à l'Entrepreneur sur les Ouvrages de l'année passée la somme de.	1500
Frais inprévus, journées, & accidens survenus dans le cours du travail.	2400
TOTAL *du contenu de cet Abregé.*	42700 *l.*

„ C'est ainsi, qu'il faudra faire les Abregés, lesquels ne differeront „ des Etats arrêtés des Dépenses annuelles que du titre seulement; „ c'est dans cet Abregé que le Ministre choisira les articles pour „ lesquels on veut faire fonds, ensuite dequoi on les sépare de l'Esti- „ mation pour en faire un autre à part qui sera l'Etat de la Dépense.

Depuis que Mr. le Marêchal de Vauban a donné les Reglemens que l'on vient de voir, les Ingenieurs s'y sont conformés à peu de choses près. Il y a pourtant des Directions où on ne suit pas tout à fait le même arrangement; & c'est pour ne point adopter ce qui se fait dans l'une plûtôt que dans l'autre, que j'ai raporté à la lettre les Instructions de Mr. de Vauban preferablement à celles que j'aurois pû prendre ailleurs: au reste, il n'y a personne qui ne se mette en très-peu de tems au fait de toutes ces minuties, puisqu'il suffira de lire ou de copier les Etats & Memoires qui se font dans les places pendant le cours d'une année; je les aurois même suprimés, si les moindres choses ne meritoient toûjours attention quand on ne les fait pas: il est vray, que des petits détails trop répetés ennuyent les habiles gens, qui n'y trouvent rien que d'insipide; mais, je les prie de considérer, qu'un Livre comme celui-ci n'est pas fait pour eux.

Fin du troisiéme Livre.

Digitized by Google



LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE QUATRIE'ME.

Qui traite de la Construction des Edifices militaires & civils.

L'ON vient d'enseigner dans le Livre précedent la Construction des gros Ouvrages de Fortification, avec tous les détails ausquels il falloit avoir égard: on trouvera dans celui-ci les Edifices qui se font aux Places de Guerre, leur proprieté, la maniere de les bâtir solidement, & une suite de nouveaux détails qui plairont peut-être à ceux qui ont interêt de se les rendre familiers; & comme l'experience dans l'art de bâtir est la regle que l'on peut suivre avec plus d'assurance, principalement quand on n'a qu'à imiter les ouvrages qui ont déja été executés avec suc-

Digitized by Google

cés, j'ai crû que le parti le plus sûr étoit de raporter exactement les plans, profils, & élevations, des édifices les plus aprouvés, qui ont été faits dans les places neuves: car comme ceux, qui en ont donné les projets, peuvent passer avec raison pour les maîtres de l'art, il est à presumer qu'ils ont fait ce qui se pouvoit de mieux, & qu'on ne peut s'écarter en suivant leurs modelles; laissant à la prudence de ceux qui les feront construire, de faire les changemens qu'ils jugeront à propos.

Comme la Maçonnerie a été expliquée assez amplement dans le troisiéme Livre, je ne m'y arrêterai guere dans celui-ci, parce que l'on trouvera dans le sixieme des devis, qui ne laisseront rien à desirer pour la construction des ouvrages qui demandent d'être travaillés avec soin; & je ferai ensorte que toutes les matieres soient si bien liées, que, sans faire des repetitions inutiles, l'on puisse trouver dans une partie ce qui semble manquer à l'autre: n'ayant pas fait mention jusqu'ici des qualités du bois qui s'employe dans la charpente, des précautions qu'il faut prendre pour le mettre en œuvre, & comme on peut en estimer la force ou la resistance, je commencerai d'abord par examiner toutes ces choses, ensuite j'en userai de même pour le fer; puisque ces deux matieres, après la maçonnerie, sont ce qu'il y a de plus essentiel dans la construction des édifices: enfin, je finirai ce quatriéme Livre par les Maximes generales que l'on doit suivre dans l'Architecture civile, pour de-là passer au cinquiéme, où l'on trouvera tout ce qui peut apartenir à la decoration des mêmes édifices, afin d'être également instruit du solide & de l'agreable.

CHAPITRE PREMIER.

Des qualités du bois qui entre dans la charpente.

LE meilleur bois, qu'on puisse employer dans les édifices, est celui de chêne; parce qu'étant fort dur, il resiste mieux que tout autre au fardeau, & se conserve plus long-tems en bon état, n'étant point si sujet à se pourrir par l'humidité: il se conserve même dans l'eau des tems infinis, où il acquiert une si grande dureté, qu'il n'est presque pas possible de le travailler avec les outils; c'est ce que l'on a remarqué plusieurs fois aux pilots que l'on a trou-

Digitized by Google

a trouvez ſous de vieilles demolitions des ouvrages bâtis par les Romains.

Autrefois l'on ſe ſervoit de chatenier, dans les édifices conſiderables, parce que l'on ignoroit la bonté du chêne; mais, l'on eſt revenu de cette erreur, depuis environ 150. ans, parce que le chatenier eſt ſujet à ſe fendre, & à ſe pourrir, quand il eſt aſſis dans la maçonnerie, comme il arrive aux extremitez des poutres, qui ſont dans les pignons, ce qui oblige par la ſuite à en mettre de nouvelles; au lieu que celles de chêne ſe conſervent en bon état, des ſept ou huit cens ans, quand on a pris, avant de les couper dans les forêts, toutes les précautions, dont nous parlerons dans la ſuite.

L'orme eſt auſſi un bon bois; mais on s'en ſert rarement pour la charpente, parce que n'étant pas commun, on aime mieux le garder pour d'autres uſages: on en fait des verrains, des moyeux, des jantes de rouës, ſoit de moulin ou de voiture, parce qu'il ſe travaille bien, étant liant & point ſujet à s'éclater; ce qui fait qu'on l'employe preferablement à tout autre, dans l'artillerie, pour la conſtruction des afuts.

Le ſapin eſt auſſi d'uſage dans les édifices, quand on eſt à portée d'en avoir à juſte prix, pour des ſolivaux & des planchers: on en diſtingue de deux ſortes, le ſapin ordinaire, & le ſapin rouge; ce dernier eſt le meilleur, parce qu'il ne ſe caſſe pas ſi aiſément que l'autre: on s'en ſert aſſés ſouvent pour des palplanches, dans la conſtruction des Ecluſes, & pour les petits grillages qui ſont au-deſſus des faſcinages des jettées, ſe conſervant bien dans l'eau; cependant, il n'eſt pas trop bon pour les bâtimens, parce qu'il eſt ſujet à s'échaufer, & à engendrer des vers qui le gâtent.

Je paſſe ſous ſilence pluſieurs autres eſpeces de bois, dont on ne ſe ſert point ordinairement pour la charpente, ſoit que les uns n'y conviennent point à cauſe de leurs mauvaiſes qualités, ou que les autres ſoient rares, & d'un prix qui les fait reſerver pour des meubles ou d'autres emplois qui n'ont point de raport à mon ſujet.

Les arbres, de quelque eſpece qu'ils ſoient, participent toûjours de la nature du terrain où ils ſont crûs: ceux qui viennent dans un lieu aride, pierreux, ou ſablonneux, ſont ordinairement durs & d'un fort bon emploi; au contraire, s'ils ſont venus dans un lieu bas & aquatique, ils ne ſont pas d'une auſſi bonne qualité, étant plus tendres, & moins propres à ſoutenir de grands fardeaux; mais en recompenſe ils ſe travaillent mieux pour les ouvrages de menuiſerie, au lieu que les autres, par leur dureté, ſont rebelles aux outils:

ceux, qui viennent du côté du midi, sont meilleurs que ceux du côté du couchant, le soleil contribuant beaucoup à les rendre plus durs, plus hauts, & plus gros; d'ailleurs, ils n'ont que très peu d'aubier, qui est une partie de l'arbre immediatement sous l'écorce, plus tendre que le reste, qu'on peut regarder comme la matiere dont l'arbre s'est augmenté depuis peu de tems, parce que tous les ans la seve commence au printems à former un nouvel aubier, qui va toûjours en croissant jusqu'à la chûte des feuilles, & se durcit ensuite pendant l'hiver, pour se joindre au corps de l'arbre, parce qu'alors le froid fait reserrer les pores, qui ne recevant plus le suc qui s'y introduisoit, l'arbre reste comme s'il étoit mort; mais quand la terre vient à s'échaufer au printems, la nature forme encore un nouvel aubier, & tous les ans il arrive la même chose, jusqu'à ce qu'il commence à dépérir par la vieillesse.

Il est encore à remarquer, que les arbres, qui croissent éloignés les uns des autres, & qui sont battus par les vents, comme sont ceux qui viennent sur la rive ou le bord des forêts, sont ordinairement plus durs & plus forts que les autres, qui viennent dans des lieux serrés, où les vents ne penetrent point; les premiers ressemblans aux hommes qui se fortifient par l'exercice & le travail: quant à la qualité des arbres en general, les meilleurs sont ceux qui sont bien sains, qui ont un droit fil, qui ne sont point roullés, rabougris, ni gelisses, & qui n'ont ni fentes ni gersures.

L'on peut abattre le chêne depuis 60. jusqu'à 200. ans, parce que devant qu'il ait 60. ans il est trop jeune, & n'a point assés de force, & qu'après 200. ans, il deperit & ne se conserve pas si longtems étant employé: l'âge le plus convenable, pour le couper dans toute sa force, est autour de 100. ans.

On dit communement, que le bois croît pendant 100. ans, s'entretient 100. ans, & ensuite est 100. ans à deperir: il est vrai, qu'au bout de 200. ans, un arbre deperit; mais c'est une erreur de croire qu'après 100. ans, il reste 100. autres années dans une espece d'inaction, puisque, tandis qu'on s'imagine qu'il ne fait que s'entretenir, il augmente en grosseur jusqu'à 160. & 180. ans, comme il est aisé de s'en apercevoir quand il est abattu; il est bien vrai qu'après 100. ans un arbre n'augmente plus guere en hauteur; mais cela ne l'empêche pas de grossir, puisqu'il prend encore de la nourriture: car tout bois, qui porte des feuilles, a de la séve, & tout ce qui a de la séve doit profiter; au lieu que si la croissance d'un arbre ne duroit que pendant un siécle, il ne marqueroit plus après ce tems aucune nouvelle augmentation, ce qui est contraire à l'experience.

Si

Digitized by Google

Si l'on veut favoir quel âge a un bois taillis ou futaye, on n'a qu'à le couper par le pied, & on apercevra un nombre de circonferences presque concentriques, qui vont come en progression depuis le centre de l'arbre jusqu'à l'écorce, qui marquent assez distinctement le nombre des croissances, & par consequent celui des années.

Le tems le plus propre pour abattre les arbres est depuis le mois d'Octobre jusqu'au commencement de Mars; parce qu'alors la séve n'est guere en action, & les pores sont plus reserrés. L'on observe aussi d'en faire la coupe dans le dernier quartier de la lune, parce qu'on prétend qu'il y a plus ou moins d'humidité dans les pores, selon que la lune croît ou decline: la maniere de les couper, quand on veut prendre toutes les mesures necessaires, est de les cerner par le pied, jusqu'à la moitié du cœur, & les laisser ainsi quelque-tems, afin que la séve, coulant par cette entaille au travers de l'aubier, ne se corrompe point dans le bois.

Comme tous les jours on achette des bois abattus, il faut, pour ne pas y être trompé, les sonder auparavant, afin que, s'ils pêchent en quelque chose, on puisse au moins en faire l'usage qui leur est le plus naturel: pour cela on répand, dans un des bouts de l'arbre, un peu d'huile d'olive bien chaude, pour connoître ce qu'il est; car s'il est venu dans un fonds marecageux, le sel de l'arbre étant acre, l'huile gresillera en la jettant; s'il est venu dans un terrain doux, & qu'il ait été coupé en tems de séve, l'huile ne s'imbibera pas entierement par-tout, il en restera vers les bords; au contraire, s'il est crû dans un lieu sec, & qu'il ait été coupé dans le tems que la séve est amortie, l'huile s'y imbibera toute entiere, & se sêchera sur le champ: prevenu de cela, il faudra prendre garde de ne point employer celui qui sera crû dans un lieu marecageux, aux endroits humides ou exposés à la pluye, parce qu'il s'y pourriroit en peu de tems: il est également dangereux de le mettre où il regne un grand soleil; car la chaleur, surprenant l'humidité dont il est rempli, l'ouvre & le fait fendre, comme on le remarque tous les jours, non seulement aux ouvrages de charpente qui sont exposés à l'air, mais même à ceux qui sont à couvert. Quand on en veut témoigner quelque mécontentement aux Entrepreneurs ou aux Charpentiers, ils répondent que c'est un effet de la force du bois; &, soit par ignorance ou par malice, ils se tirent d'affaire avec ce sot raisonnement. Cependant, comme l'on est souvent contraint d'employer des bois de bonne & mauvaise qualité, il faudra choisir le meilleur, c'est-à-dire, le moins humi-

de, pour le placer dans les lieux les plus considerables de l'édifice, & l'autre aux endroits de peu de consequence, faisant attention que les gros bois étant vitieux sont plus sujets à se fendre & à éclater que les plus menus: il est à propos de ne faire les poutres qu'avec ce qu'on aura de meilleur, afin que par la suite, si on est contraint de renouveller quelque piece de charpente, on ne soit pas obligé à une grande dépense, & à un travail considerable.

Il arrive souvent qu'une piece de bois, après avoir été équarrie, paroît bien saine, tandis que le cœur en est gâté: pour ne pas y être trompé, il faut faire donner des coups de marteau à l'un des bouts, & porter l'oreille à l'autre; si on entend un bruit sourd & cassé, c'est une marque que la piece est gâtée; au contraire, si le son est clair, c'est une preuve qu'elle est bonne.

J'ai encore à faire remarquer, que quand on peut garder à couvert quelque tems les bois avant de les debiter, ils en sont d'un bien meilleur usage, parce que s'ils sont crus dans un endroit humide, ils sont moins sujets à se dejetter & à se fendre; ainsi je voudrois qu'on les gardât au moins deux ans, pour qu'ils ayent le tems de s'affermir & de se consolider: s'il s'agit des ouvrages de menuiserie, il faudra les garder bien davantage; puisque, quand on ne les employeroit qu'au bout de cinq ou six ans, l'ouvrage n'en seroit que meilleur.

Une précaution encore très necessaire, dans l'usage journalier des bois, est de ne les employer qu'après en avoir détaché l'aubier; car pour peu qu'il en reste dans les flages, après même qu'ils ont été équarris, il est certain qu'il en occasionnera la pourriture, ou qu'il s'y engendrera des vers.

D'habiles gens prétendent, que les vers qui s'engendrent dans le bois, ne viennent point de la substance du bois même; mais que ce sont des œufs, que les vers deposent dans la terre, que la séve introduit dans les pores, où, venant à éclore après un certain tems, ils produisent les vers que l'on y voit, quand il est sec: le rapport qu'il y a de cette hypothese, avec ce que l'on observe tous les jours, la rend assés plausible; car les bois, qui sont sujets à être vermoulus, commencent à se gâter par l'aubier, quand on y en a laissé en les équarrissant, & plus l'aubier est considerable, & plus les vers y croissent en abondance: & comme les bois, qui ont beaucoup d'aubier, viennent ordinairement dans des lieux humides, où les vers sont en plus grand nombre que dans le terrain sec, il n'est donc pas surprenant qu'ils soient plus sujets à cet inconvenient que les autres.

D'au-

Digitized by Google

D'autres attribuent cette croiſſance des vers dans le bois à une cauſe differente: les mouches, diſent-ils, font des œufs, ces œufs produiſent des vers, qui ſe nourriſſent & croiſſent. Or les mouches piquent le fruit qui leur convient, & y depoſent un œuf, qui forme le ver dont le fruit eſt mangé: ainſi, ne peut-il pas arriver qu'elles faſſent la même choſe dans les arbres, & dans le bois tendre, comme eſt celui qui croit dans les lieux humides, & dont l'aubier eſt aiſé à penetrer?

Le bois, quoique bon, ſe gâte quelquefois, lors qu'étant roulé il a été mis en œuvre, ce qui ſe connoît par les rognes ou mouſſes qu'il jette en dehors, qui reſſemblent aſſés à des champignons ou à des mouſſerons.

Quand il eſt échauffé, il eſt encore ſujet à un autre défaut, qui eſt de ſe couvrir par la ſuite de petites taches blanches, noires, & rouſſes, ce qui le fait paroître pourri; mais ce qu'il y a de ſurprenant, c'eſt qu'un bois tel ſain qu'il ſoit, apliqué contre un autre qui a les défauts dont nous venons de parler, participe lui-même de ces defauts au bout d'un certain tems: c'eſt pourquoi il faut prendre garde dans l'employ qu'on en fera, qu'il ne touche rien qui puiſſe l'endommager, faire même enſorte que les pieces conſiderables, comme les poutres, ne touchent jamais le mortier ni le plâtre, parce que ces matieres les échauffent; il feroit même à propos de laiſſer quelques petits trous dans les murs, à l'extremité des poutres, afin que l'air du dehors puiſſe les rafraichir.

CHAPITRE SECOND.

Où l'on fait voir la maniere de calculer, ou d'eſtimer la force des principales pieces de Charpente, qui s'employent dans les Bâtimens.

DEpuis que j'ai commencé à m'apliquer à l'Architecture, la maçonnerie & la charpente m'ont toûjours paru dignes d'une étude particuliere: & après m'être ſatisfait ſur la mécanique de la maçonnerie, j'ai conſideré qu'on n'avoit aucune regle pour déterminer la reſiſtance des pieces de charpente, qui ſont ſujettes à être chargées par des fardeaux conſiderables, & que par conſequent on ignoroit le poids que pouvoient porter les planchers des Arſenaux, ceux des Magaſins pour les vivres, &c. pour ne pas apre-

aprehender de les rompre; puis qu'excepté Mr. Parent, qui a parlé de la resistance des bois, dans les Memoires de l'Academie Royale des Sciences, (mais d'une maniere un peu trop élegante pour être entendu de tout le monde,) je ne sache personne qui en ait écrit: car je compte pour rien les proportions que quelques Architectes ont données, pour les poutres & solives selon leur portée; ayant pour maxime de ne rien admettre, qui ne soit démontré, ou au moins expliqué par un raisonnement, qui fasse valoir ce qu'on propose. Il seroit bien à souhaiter qu'on eût toûjours eu cette delicatesse dans l'Architecture; elle seroit aujourd'hui à un point de perfection, auquel selon toute aparence elle n'arrivera pas si-tôt, si on ne s'y prend pas autrement que l'on n'a fait jusqu'ici, je veux dire tant qu'elle sera abandonnée au caprice de quiconque veut s'en mêler.

Comme il étoit necessaire de joindre à la theorie, des experiences sur la force des bois qui sont le plus en usage dans les bâtimens, j'en ai fait un grand nombre dont je raporterai le détail, parce qu'ensuite elles nous serviront à établir des regles générales, qu'il sera aisé d'apliquer dans toute sorte de cas; mais, avant d'en venir-là, il est à propos d'insinuer quelques principes dont il est necessaire qu'on soit prevenû.

Principes sur la resistance du bois en general.

PLANCH. 12. FIG. 1.

On supose qu'on a une planche *EDFG*, posée de cant sur un point d'apui *K*, qui répond au milieu *A*, de la longueur, que cette planche est extrêmement mince, afin de faire abstraction de son épaisseur, & qu'à chacune de ses extrêmités *DE*, & *FG*, il y a une puissance qui agit de haut en bas pour la rompre: cela posé, il est constant que, dès que les deux puissances apuyeront également, la planche commencera un peu à se courber, parce que les fibres du milieu s'alongeront, les uns plus les autres moins, & seront tendus dans la proportion de leur distance du point d'apui. Or si l'on conçoit la ligne *BA*, ou *CA*, divisée en un grand nombre de parties égales, & que chaque point de division réponde à un fibre; tous ces fibres seront en progression arithmetique, puisqu'ils composent ensemble les élemens d'un triangle: d'un autre côté, nous avons deux leviers recourbés *CAG*, & *BAE*, qui ont le même point d'apui *K*; & s'il y a une puissance apliquée à chaque extrêmité des bras *AE*, & *AG*, comme nous l'avons supposé, on pourra dire alors que les bras *AB*, & *AC*, répondent au fibre, ou premier lien *BC*, de même que les bras *HA*, & *IA*, répondent

Voyez le Cours de Mathématiq. art. 240.

dent

Digitized by Google

dent au fibre *HI*, & ainſi de tous les autres qui auront des bras de leviers, plus ou moins grands, ſelon qu'ils ſeront éloignés du point d'apui; d'où il s'enſuit que les bras de leviers ſont en progreſſion arithmetique, de même que les fibres qui leur répondent, & que les progreſſions de part & d'autre vont ſe terminer à zero au point *A*; l'on peut donc dire à cauſe des triangles ſemblables, que le produit du bras de levier *AB*, par le fibre *BC*, ſera celui du bras de levier *AH*, par le fibre *HI*, comme le quarré de *AB*, eſt au quarré de *AH*, & que par conſequent l'effort de tous les fibres, relativement à leurs bras de leviers, diminuent en venant vers le point d'apui, dans la raiſon des quarrés, des termes d'une progreſſion arithmetique; ainſi l'effort de tous les fibres étant répandu dans le triangle *ABC*, ne ſera que le tiers de ce qu'il ſeroit, s'il étoit réuni aux extrêmités *B*, & *C*, des bras de leviers *AB*, & *AC*; puiſque la ſomme de tous les quarrés de la progreſſion ne vaut que le tiers du produit du plus grand quarré, par la grandeur qui exprime la quantité des mêmes quarrés; c'eſt pourquoi dans la ſuite on pourra ſans difficulté ſupoſer que la force de tous les fibres eſt réunie à l'extrêmité du bras de levier, qui répond à la puiſſance reſiſtante, quand au lieu d'admettre cette puiſſance telle qu'elle eſt effectivement, on n'en ſupoſera que le tiers. V. le C. Art. 366.

Preſentement, pour juger de la force du bois, commençons par examiner ce qui lui arrive quand il vient à ſe rompre; ainſi imaginons que l'on a poſé une poutre ou ſolive *AC*, ſur deux apuis, il eſt conſtant que ſi on la charge dans ſon milieu d'un poids conſiderable, la face ſuperieure ſortira de l'allignement horiſontal, pour former un angle qui ſera d'abord un peu curviligne, & qui deviendra toûjours plus ſenſible, à meſure que le poids exercera davantage ſa peſanteur, juſqu'à ce que les deux moitiés *BA*, & *BC*, ſe ſépareront dans le moment que la ſolive ſe rompra. Or remarqués qu'au commencement les fibres qui ſont le long de la ligne *EF*, dans la face ſuperieure, paroîtront ſe ſerrer, pendant que ceux qui ſont opoſés dans la face inferieure s'alongeront & commenceront à ſe ſeparer: ainſi, quand la force qui les uniſſoit devient inferieure à la puiſſance qui agit, ils rompent tous preſque dans le même inſtant, mais avant cela ils ſe ſont trouvés d'autant plus tendus les uns que les autres, qu'ils étoient plus éloignés de la ligne *EF*, que l'on peut regarder comme le point d'apui, commun aux deux leviers recourbés *HEA*, & *GEC*, car tout ce que nous avons vû ci-devant ſe retrouve dans la deuxiéme figure; la difference eſt ſeulement, que la ſolive ayant une épaiſſeur déter- FIG. 2.

Digitized by Google

minée *EF*, tous les fibres, que le poids aura à vaincre, seront exprimés ensemble par la superficie du plan *GEFI*, où si l'on veut par la base de la poutre, & alors tous ces fibres pourront être regardés comme une quantité de plans extrêmement minces, posés les uns sur les autres, dont la largeur est toûjours égale à *EF*; & comme la resistance de chacun dépend encore de l'éloignement où il sera du point d'apui, par raport au bras de levier qui lui répond; il s'ensuit que pour reduire tous ces plans ou fibres à n'avoir qu'un bras de levier commun, il faudra que ce bras de levier ne soit que le tiers de la ligne *EG*, ou bien si l'on veut les réunir le long de la ligne *GI*, ou seulement au point *G*, extrêmité du bras de levier *EG*, il faudra ne prendre que le tiers du plan *GBFI*; on peut donc dire que la resistance de cette solive peut être exprimée par le produit de la ligne *EG*, & du tiers de la base *GEFI*.

Pour raporter cette theorie à quelque notion connuë, remarqués que plus une piece de bois a de longueur, plus la puissance a de facilité à la rompre; la raison est sans doute qu'ayant un plus grand bras de levier, cette puissance doit avoir necessairement plus d'avantage, si on n'a rien changé aux dimensions de la base, car si le plan *CEFI* demeure le même, la resistance ou la force de la solive sera toûjours exprimée par le même produit, au lieu que si on double la longueur de la solive, il ne faudra à la puissance que la moitié de la force dont elle avoit besoin auparavant pour la rompre.

Si sans toucher à la longueur de la solive, ni à l'épaisseur horisontale *GI*, on doubloit la hauteur *EG*, sa resistance seroit quadruple de ce qu'elle étoit auparavant, puisque le bras de levier *EG*, se trouveroit doublé aussi bien que le nombre de fibres, c'est-à-dire, le plan *GEFI*; d'où il s'ensuit, que de deux solives ou deux poutres d'un même bois, d'égale longueur & épaisseur, la premiere aura quatre fois plus de force que la seconde, si la hauteur verticale de la premiere est double de celle de la seconde, & qu'en general la resistance des poutres d'une même longueur, sont dans la raison des produits du tiers de leur base par leur hauteur verticale: mais comme ces deux produits auront toûjours le même raport, soit qu'on les laisse tels qu'ils sont, ou qu'on les multiplie
Fig. 3. & 4. l'un & l'autre par trois, il est bien plus commode de dire, qu'ayant deux poutres de même longueur *AB*, & *EF*, leur resistance sera dans la raison du produit de leurs plans *CD*, & *GH*, par leur épaisseur verticale *CB*, & *GF*, ou ce qui vaut mieux encore, *comme le produit du quarré de la hauteur verticale CB, de l'une multipliée par son*

son épaisseur BD, est au produit du quarré de la hauteur verticale GF, de l'autre par son epaisseur horisontale FH. Il faut s'attacher à bien entendre cette derniere maniere, de considerer le raport de la resistance des poutres ou solives, parce que c'est la seule dont nous ferons mention par la suite, comme la plus simple & la plus claire.

Mais, si on avoit deux poutres comme *IK*, & *NO*, dont les longueurs fussent inégales, aussi bien que les dimensions de leurs bases, & qu'on voulut savoir la force de ces poutres posées sur les côtés *LM*, & *PQ*, il faut multiplier le quarré de la hauteur *KL*, de la premiere, par la largeur *LM*, de sa base, & diviser le produit par la longueur *IK*; de même on multipliera le quarré de la hauteur verticale *OP*, de la seconde poutre, par l'épaisseur *PQ*, de sa base, & l'on divisera le produit par la longueur *NO*; si l'on compare ensuite ces deux quotiens, leur raport sera égal à celui de la force ou de la resistance des deux poutres, de sorte que si par exemple la hauteur *KL*, étoit de 12. pouces, la largeur *LM*, de 8. & la longueur *IK*, de 36. pieds, multipliant le quarré de 12. qui est 144. par 8. le produit sera 1152. qui étant divisé par 36. il vient 32. de même suposant *OP*, de 14. pouces, *PQ*, de 10. & la longueur *NO*, de 24. pieds, le quarré de *OP*, sera de 196. & son produit par *PQ*, 1960. qui étant divisé par 24. donne 81. deux tiers; ainsi la force de la poutre *IK*, sera à celle de la poutre *NO*, comme 32. est à 81. deux tiers; la raison de cette regle se fait assés sentir, sans qu'il soit besoin que je l'explique, puisqu'il saute aux yeux, que plus une poutre est longue, moins elle a de force; & que par consequent si l'on prend la longueur pour diviser la quantité qui exprime sa résistance, c'est-à-dire le produit du quarré de sa hauteur, par la longueur de sa base, le quotien sera d'autant plus petit que le diviseur sera grand. Fig. 5. & 6.

Etant prévenu que l'épaisseur verticale d'une poutre exprime le bras de levier qui répond à la puissance resistante, l'on voit que plus cette hauteur sera grande, plus la poutre aura de force, & par consequent une même poutre posée de cant, je veux dire sur le plus petit côté de sa base, resistera d'avantage que posé sur le plat, dans la raison que la premiere situation lui donnera une plus grande hauteur que la seconde; par exemple, une poutre qui auroit 8. pieds sur 16. aura deux fois plus de force posée de cant, que si elle étoit posée de plat, ainsi deux poutres d'une longueur égale, & dont les bases seroient aussi égales, peuvent avoir des resistances differentes à l'infini, puisque si l'on supose la hauteur de la base de l'une infiniment grande, & sa largeur infiniment petite, tandis que les dimensions de la base de l'autre poutre demeure-

 roient

roient les mêmes; la resistance de la premiere posée de cant seroit infiniment plus grande que celle de la seconde, quoique leur solidité ou leur masse fût égale: mais comme ces sortes de supositions ne peuvent avoir lieu dans la pratique, parce qu'il faut pour la liaison d'un bâtiment, que les poutres ayent une certaine assiéte, & une hauteur renfermée dans un juste milieu, il suffit de savoir, qu'après avoir donné à une poutre une assiéte convenable, on ne sauroit lui donner trop d'épaisseur verticale pour la rendre capable de porter de grands fardeaux.

Dans ce que nous venons de dire, on a suposé que les poutres avoient des bases rectangulaires; mais si ces bases étoient circulaires, les mêmes choses n'en subsisteroient pas moins, les diamêtres des cercles representeront toûjours les bras de leviers, qui répondent aux puissances resistantes, & leur superficie le plan des fibres que les puissances agissantes auront à vaincre.

Les Entrepreneurs & les Marchands de Bois, étant payés au cent de solives, font ensorte d'en multiplier le nombre le plus qu'il leur est possible; c'est pourquoi ils débitent les poutres & les autres grosses piéces quarrément, parce que le quarré est le plus grand de tous les rectangles qu'on peut inscrire dans le cercle d'un arbre: cependant, selon ce qu'on vient de voir, une poutre qui auroit 10 sur 14 est préferable à une autre d'une même longueur qui auroit 12 sur 12, la premiere contenant moins de solives que la seconde, & en même tems plus forte, le raport de leur prix étant comme 140 à 144, tandis que celui de leur force est comme 245 à 216, qui sont deux avantages considérables: & l'Experience, qui prévient assés souvent la Théorie, a fait apercevoir depuis long-tems, que les dimensions qu'il convenoit mieux de donner à la base d'une poutre, devoient être dans le raport de 5 à 7, ou ce qui revient à peu-près au même, faire ensorte que le quarré de la hauteur verticale soit double du quarré de l'épaisseur horisontale, puisque le quarré de 7 qui est 49 est à une unité près, double du quarré de 5 qui est 25. Aussi Mr. Parent a démontré que la base de la plus forte poutre, qu'on pouvoit tirer du cercle d'un arbre, étoit effectivement celle dont le quarré du plus grand côté seroit double du quarré du plus petit; &, en suivant son principe, voici une maniere bien aisée de tracer dans le cercle d'un arbre la base qu'il faut donner à la plus forte poutre qu'on peut tirer du même arbre.

Fig. 9. Il faut diviser le diamêtre *AB*, de l'arbre en trois parties égales aux points *C* & *D*, abaisser la perpendiculaire *DE*, au-dessous du diamêtre; & élever la perpendiculaire *CF* au-dessus, & tracer le rec-

tangle

tangle *AEBF*, qui sera celui que l'on demande, puisqu'il est aisé de prouver que le quarré du côté *FB* est double du quarré de l'autre côté *FA*, comme on le va voir.

Si l'on nomme *a*, chaque partie égale du diamêtre, *CB* sera $2a$; & comme le rectangle de *AC*, par *CB*, est égal au quarré de *CF*, ce quarré vaudra donc $2aa$, par conséquent l'on aura $\overline{AC}^2 + \overline{CF}^2$, $(aa + 2aa) = \overline{AF}^2 (3aa)$ de même l'on aura encore $\overline{CB}^2 + \overline{CF}^2$, $(4aa + 2aa) = \overline{FB}^2 (6aa)$ qui montre que le quarré *FB*, est double du quarré de *FA*. Les poutres étant les piéces plus essentielles de la charpente, je m'y arrêterai préférablement aux autres, & comme il arrive presque toûjours que leurs extrêmités sont engagées dans l'épaisseur des murs, & non pas simplement posées sur des apuis, comme on l'a vû ci-devant, il est necessaire de s'attacher à ce qui est le plus d'usage, & par consequent à ce qui peut arriver aux poutres lorsqu'étant employées dans des bâtimens, on les charge de quelque poids considerable; mais afin de rendre ce que j'ai à dire plus intelligible, je commencerai à considérer une solive ou une poutre posée horisontalement de façon qu'une de ses extrêmités soit engagée dans un mur & que l'autre porte à faux, c'est-à-dire, reste en l'air sans être soutenuë, ainsi voyés la muraille *AB*, dont l'épaisseur sera par exemple de deux pieds & demi, on supose que l'extrêmité d'une poutre est engagée dans cette muraille & bien serrée de tout côté, ensorte que la partie *EK* qui est en dehors se soûtiendroit d'elle même horisontalement si aucune force étrangere n'y touchoit, (parce que l'on fait abstraction de son propre poids.) Cependant si à l'extrêmité *K* on suspendoit un poids *M* assés considerable pour faire plier la poutre, d'abord elle commencera à se courber & fera effort à l'autre extrêmité pour sortir du mur; mais comme elle y est si bien arrêtée que le bout enfermé ne peut absolument bouger, toute la violence que l'on fera à cette poutre se terminera à l'endroit *DCHF*, de la surface, les fibres qui touchent la ligne *HC*, s'allongeront à mesure que l'on augmentera la pésanteur du poids *M*, & il y aura un instant où ceux qui sont hors du mur, se détacheront d'avec ceux qui sont dedans, & alors l'équilibre étant rompu, le poids *M*, emportera la poutre, & pendant que cet effort se fera, la ligne *FD*, qui represente le bord du trou de la muraille soûtiendra toute l'action du poids & sera par consequent le point d'apui lequel répond à un lévier recourbé *EDL* qui sera si l'on veut formé par deux plans *GEDF* & *FDLN*. Or comme le plan *DEGF*, comprend tous les FIG. 11.

 fibres

fibres qui doivent être rompus, si l'on supose comme ci-devant que leur résistance soit réünie le long de la ligne *EG* & même au point *E*, l'on pourra concevoir que la puissance résistante, c'est-à-dire la force du bois est apliquée à l'extrêmité du bras *DE* du lévier *EDL*, tandis que la puissance agissante est à l'autre extrêmité *L*, du bras *DL*, & que par consequent ceci retombe dans tout ce que nous avons dit au sujet d'une poutre qui ayant ses extrêmités posées sur deux apuis, tend à être rompuë dans le milieu par l'action d'un poids qui seroit posé dessus ou suspendu.

Fig. 7. Si l'on imagine presentement une poutre engagée par ses extrêmités, dans deux murs *AB* & *CD*, qu'on supose paralelles, je dis que si l'on charge le milieu de cette poutre d'un poids considerable, elle se cassera en trois endroits, dans le milieu & aux deux extrêmités, ce qui ne peut arriver autrement, si l'on fait attention que quand la poutre commence à faire un angle dans le milieu, elle ne peut quitter la ligne horisontale *EF*, sans que chaque extrêmité ne fasse effort pour se rompre; car tout ce que nous avons aperçû dans la 2e & la 11e Figure, se trouve réüni ici, puisque pour la rupture qui doit se faire dans le milieu, nous avons les deux léviers recourbés *IGM* & *HGP*, & pour celle des extrêmités l'on a aussi les deux autres léviers *PQH* & *MNI*, par consequent le poids qui seroit dans le milieu exercera l'action de sa pésanteur en trois endroits à la fois; puisque d'abord les fibres qui unissoient les points *H* & *I*, étoient tendus aussi fort que ceux qui unissoient d'une part les points *M* & *F*, & de l'autre les points *E* & *P*; ainsi quand ceux du milieu commencent à se rompre, il s'en détache à chaque extrêmité un même nombre & dans le même tems. On peut donc conclure qu'une poutre dont les extrêmités sont bien engagées & serrées dans des murs, étant chargée d'un poids considerable dans son milieu, ce poids excerce un tiers de sa pésanteur à chaque endroit qui tend à se casser, & que par consequent on ne sauroit trop prendre de précautions dans la Construction des bâtimens pour bien engager & serrer les extrêmités des poutres, parce qu'elle en font beaucoup plus fortes & qu'on prévient par-là les accidens qui arrivent souvent faute de bien connoître la consequence des suites dans lesquelles on ne manque pas de tomber quand on travaille sans raisonner.

L'on dira peut-être qu'on a peine à s'imaginer qu'une poutre qui est retenuë par les deux bouts, comme elles le sont ordinairement, puisse se rompre à l'endroit des apuis, puisque cela est contraire à l'experience qui montre que cette rupture se fait toûjours dans le milieu. Il est vrai que cela arrive souvent; mais, c'est par une cause

qui

Digitized by Google

qui n'a rien de commun avec ce que l'on vient d'insinuer, puisque si l'on y fait attention, l'on verra que quand les poutres se courbent dans le milieu, ou sont prêtes à se rompre, leurs extrêmités sont sorties de leur situation naturelle, c'est-à-dire qu'elles ont un peu chariées, ce qui provient d'ordinaire de ce que la maçonnerie qui est au-dessus s'est degradée, ne serre pas la poutre, & leur laisse assés de jeu pour n'être pas contre-pesée par le poids qui la maintenoit fixe, ou bien on employe des poutres trop courtes qui n'étant engagées dans le mur que de 5 ou 6 pouces, il n'y en a point une assés grande partie d'embrassée pour qu'elle pût être serrée comme il faut; & c'est en quelque maniere pour ce sujet qu'on les retient toûjours par des ancres, mais qui sont foibles ou mal acrochées & qui ne peuvent jamais faire le même effet que si la poutre reposoit sur toute l'épaisseur du mur, parce que ces ancres se plient & suivent la poutre dans la situation qu'elle est contrainte de prendre.

Les principes que je viens d'établir, quoique très-évidens, seront sans doute reçûs encore avec plus de confiance, si je montre que les Experiences, que j'ai faites sur la force du bois, sont parfaitement d'accord avec nôtre théorie; & ce qui m'a le plus satisfait dans ces Experiences, c'est de voir qu'elles se rencontroient assés bien avec celles de Mr. Parent; mais sur lesquelles je n'ai pas voulu compter que je ne visse par moi-même ce qui en étoit: or, pour qu'on puisse en tirer toute l'utilité qu'on a lieu d'en esperer, on en va voir le détail dans le Chapitre suivant, qui pourroit être justifié par 20 ou 25 Officiers d'Artillerie de l'Ecole de la Fere, qui se sont rendus à l'Arsenal de la même Place pour se convaincre de ce qu'ils m'avoient entendu dire sur la force du bois dans l'Ecole de Mathematique.

CHAPITRE TROISIE'ME.

Où l'on raporte plusieurs Experiences faites sur la force du bois, que l'on applique ensuite à l'usage qu'on en peut faire dans la Construction des Edifices.

POUR executer les mêmes Experiences de differente maniere, j'ai fait faire un nombre de petites Solives bien équarries & toutes de bois de chêne passablement bon, plus sec que vert, à peu-prés

Digitized by Google

près de même qualité & coupées de façon que le fil du bois se trouvât toûjours dans le même sens par raport à la situation où il devoit être posé.

On s'est servi de deux chevalets pour tenir lieu d'apui, & l'on en a percé la tête afin d'y passer des valets de fer pour serrer les Solives par les deux bouts quand on le jugeroit à propos; & comme dans un Arsenal tel que celui de la Fere, il y a un grand nombre de poids de toute sorte de pesanteur & des machines pour les élever, j'ai été à portée de faire plusieurs de mes Experiences en assés grand volume pour pouvoir servir de base aux consequences que j'en tirerai à la fin de ce Chapitre. Comme il est difficile de rencontrer du bois dont les morceaux quoique tirés d'une même piece soient assés égaux en toutes choses pour qu'il ne se rencontre pas de difference qui rendroit la plûpart des Experiences équivoques si on n'y prenoit garde, j'ai repeté chaque Experience trois fois avec des pieces de mêmes dimensions, ensuite j'ai ajoûté ensemble les poids que chacune à portée, & le tiers de la somme m'a donné un nombre qui peut exprimer la force moyenne, & c'est ce nombre que l'on trouve à côté de l'accolade chaque Experience.

Il est bon que j'avertisse, que quand je dirai qu'une Solive a tant de longueur, on doit entendre que cette longueur est comprise entre les deux apuis, puisqu'il n'est pas necessaire de faire mention des trois ou quatre pouces qu'on a donné de plus à leur bouts pour reposer sur les apuis. J'ajoûterai aussi, qu'on n'a point eû égard à la pésanteur des Solives, & que dans l'aplication que nous ferons de ces Experiences aux poutres, on fera aussi abstraction de leur poids pour rendre les calculs moins composés.

Premiere Experience.

Une Solive de 18 pouces de longueur & d'un pouce en quarré, posée sur deux apuis, sans être serrée par ses extrêmités, a porté dans son milieu un moment avant de se casser . . 400 } liv.

Une seconde semblablement posée. . . 415 } 406

Une troisiéme semblable en tout aux précedentes 405 }

Cette experience s'accorde assés bien avec la douziéme raportée par Mr. Parent, dans les Memoires de l'Academie Royale des Sciences de l'année 1707. où il dit qu'une piece de bois de chêne de 24 pouces de longueur sur un pouce en quarré a porté 300 liv. dans son milieu un moment avant de se rompre; & comme la nôtre de 81 pouces avoit pour longueur les trois quarts de celle de

de Mr. Parent, elle devoit porter 100 liv. de plus, auſſi ne s'eſt-elle rompue que par l'action d'un poids d'environ 400 liv.

Seconde Experience.

Une Solive de 18 pouces de longueur ſur un pouce en quarré ſerrée par ſes deux extrêmités a porté avant de ſe rompre. 600 } liv.
Une ſeconde de même ſerrée par ſes extrêmités. 600 } 608
Une troiſiéme telle que les précedentes & poſée de même. . . . . 624 }

Comme, dans cette ſeconde Experience, chaque Solive a été arrêtée par les deux bouts, la queſtion étoit de ſavoir ſi effectivement elles romproient en trois endroits, j'ai été ſurpris de voir que la premiere qui a caſſé avec le poids de 600 liv. n'étoit rompuë que dans le milieu, les deux bouts ne s'étant qu'un peu courbés; mais, ayant aperçû que les valets qui ſerroient cette Solive avoient tant ſoit peu obéï, ne pouvant ſoûtenir un ſi grand poids, j'ai fait retenir celle que l'on a miſe en ſecond lieu, par deux valets à chaque extrêmité, au lieu d'un; &, après avoir été chargée juſqu'à la peſanteur de 600 liv. elle s'eſt rompuë net dans le milieu & aux extrêmités, les deux morceaux du milieu étant tombés à terre dans le même tems que le poids: la troiſiéme Solive s'eſt auſſi caſſée de même, & pluſieurs autres enſuite, qu'on a ſeulement rompu par curioſité.

Cette Experience prouve évidemment, qu'une poutre, arrêtée & bien ſerrée par les deux bouts, eſt capable de porter un poids beaucoup plus grand que celle qui n'eſt poſée que ſur deux apuis, la difference étant comme 3. eſt à 2. c'eſt-à-dire, que la poutre ſerrée par les deux bouts eſt plus forte d'un tiers que celle qui ne l'eſt pas.

Ces deux Experiences ſe raportent auſſi à la ſeconde & à la troiſiéme de Mr. Parent, qui dit qu'ayant une piece de bois de chêne longue de 11 pouces ſur 5 à 6 lignes de baſe poſée de cant ſur deux apuis ſans être ſerrée par les extrémités a porté 34 liv. & demi avant l'inſtant de ſa rupture, & qu'une autre piece toute ſemblable à celle-ci, mais ſerrée par les deux bouts, a porté 51 liv. ce qui donne auſſi le raport de 3 à 2, dont je viens de parler: la 7e. & la 8e. Experience de cet Auteur prouvent encore la même choſe.

Troiſiéme Experience.

Une Solive de 18 pouces de longueur & de deux pouces ſur un pouce d'équarriſſage, poſée à plat ſans être arrêtée par ſes ex-

Digitized by Google

trêmités a porté. . . . . 810 } liv.
Une semblable posée de même. . . . 795 > 805
Une troisiéme posée encore de même. . 812 }

Ayant vû dans la premiere Experience, qu'une Solive de 18 pouces de longueur sur un pouce en quarré posée sur deux apuis sans être serrée a porté 400 liv. la raison veut qu'une autre Solive de même longueur & même hauteur posée aussi de même, mais qui auroit le double en largeur, porte un poids double ; aussi avons-nous 805 liv. pour la force moyenne au lieu de 800, qui est une difference qui ne mérite pas d'attention.

Quatriéme Experience.

Une Solive de même dimension que dans la troisiéme Experience, mais posée de cant sans être arrêtée par les deux bouts, a porté. . . . . 1570 } liv.
Une seconde semblable & posée de même. . 1580 > 1580
Une troisieme. . . . . . 1590 }

Cette Experience prouve que deux poutres de même longueur, & dont la largeur des bases est égale, ont leur force dans la raison des quarrés de leur hauteur, puisque la force moyenne d'une Solive qui a une hauteur double de celle de la premiere Experience, & dont tout le reste est égal, est de 1580, qui est un nombre à peu près quadruple de 400. Elle montre aussi que la force d'une poutre posée de plat est à celle qu'elle auroit posée de cant, comme le plus petit côté de la base est au plus grand.

Cinquiéme Experience.

Une Solive de trois pieds de longueur & d'un pouce en quarré, n'étant point serrée par ses deux extrêmités, a porté. 185 } liv.
Une seconde semblable & posée de même. . 195 > 187
Une troisiéme. . . . . 180 }

Cette Experience montre sensiblement que de deux poutres qui ont leurs bases égales & posées sur le même côté, la plus longue a moins de force que la plus courte dans la raison qu'elle a plus de longueur ; car dans la premiere Experience une poutre de 18 pouces de longueur, & d'un pouce en quarré, a porté 400 liv. tandis que la force moyenne d'une autre Solive de 36 pouces de longueur & de même base n'a été qu'à 187 au lieu de 200 qu'elle auroit dû porter ; cette difference vient apparemment de ce que le

Digitized by Google

le bois n'étoit pas tout-à-fait si bon que celui de la premiere Experience.

Sixiéme Experience.

Une Solive de trois pieds de longueur & d'un pouce en quarré, arrêtée par les deux bouts, a porté. . . . 285 } liv.
Une seconde posée de même. . . . 280 } 283
Une troisiéme. . . . . . . 285 }

Les Solives de cette Experience se sont rompuës en trois endroits comme dans la seconde, & leur force moyenne n'a été qu'à 283 au lieu de 300 pour être dans le même raport avec la seconde Experience; mais il n'est presque pas possible que les Experiences puissent donner juste ce que l'on devroit en attendre par raport à celles qui ont été faites les premieres: cependant l'on peut encore remarquer ici que la force moyenne des Solives de la 6[e] Experience est à celle des Solives de la 5[e], à peu près comme 3 à 2, puisqu'il ne s'en faut que trois unités que ce raport soit exact, par consequent c'est un surcroît de preuve que les poutres qui ne sont posées seulement que sur deux apuis ont moins de force d'un tiers que celles qui sont serrées par les bouts.

Septiéme Experience.

Une Solive de trois pieds de long sur deux pouces en quarré, non arrêtée par les deux bouts, a porté. . . . 1550 } liv.
Une seconde semblable & posée de même. . 1620 } 1585
Une troisieme. . . . . . . 1250 }

La premiere & la seconde Solive de cette Experience ont porté à peu près le poids qui devoit exprimer leur force par raport à la premiere & la cinquiéme Experience; cependant la premiere Solive a porté 50 liv. de moins & la seconde 20 liv. de plus, puisque le poids devoit être de 1600 liv.: quant à la troisieme Solive, il s'en faut beaucoup qu'elle ait eû toute sa force, puisqu'elle n'a porté que 1250 liv.; il est vrai qu'elle a paru défectueuse avant même d'en avoir fait usage, & on n'a pas été surpris de ce qui est arrivé. Cependant, comme il ne restoit point de bois debité selon ces dimensions-là, j'ai suposé, pour trouver la force moyenne, que la troisiéme Solive avoit porté la moitié de la somme des poids de la premiere & de la seconde.

Digitized by Google

Huitiéme Experience.

Une Solive de trois pieds de long sur 20 à 28 lignes de base, posée de cant, a porté. . . . . . 1665 liv.
Une seconde semblable posée de même. . 1675 } 1660
Une troisieme. 1640

J'ai eu dessein par cette Experience de voir de combien à peu-près une Solive, qui auroit les dimensions de sa base dans le raport de 5 à 7, auroit plus de force qu'une autre dont la base seroit quarrée, comme dans la septiéme Experience, & j'ai été convaincu de ce que nous avons insinué cy-devant, puisque la force moyenne des Solives de la septiéme Experience n'est que de 1585 liv. tandis que celle des Solives de la derniere est de 1660 qui est une difference de 75: cela ne donne pas au juste le raport de 245 à 216, dont nous avons fait mention dans le Chapitre précedent, mais suffit pour la justification de la Théorie.

Je n'ai point fait d'Experiences sur les Solives arrêtées par un bout seulement, parce qu'il m'a paru qu'elles auroient éte inutiles; celles que je viens de raporter étant suffisantes pour établir les regles dont il va être question: je n'en ai pas fait non plus avec d'autres bois que celui de chêne; mais, comme Mr. Parent en a fait non seulement sur le chêne, mais aussi sur le sapin, il ne sera pas inutile que je dise, qu'il s'est aperçu que la force moyenne du sapin étoit à celle du chêne, comme 119. est à 100. ou environ comme 6. est à 5. d'où l'on peut conclure, que quand une certaine Solive de chêne portera 500. livres avant l'instant de se rompre, une autre de sapin toute semblable à celle-ci en portera 600. c'est-à-dire un cinquiéme en sus de plus que le chêne: par consequent, quand il s'agira du bois de sapin, il sera aisé de calculer sa force par la connoissance que les Experiences precedentes nous ont données de celles du chêne.

Etant prévenu par la seconde Experience, qu'une Solive de 18. pouces de longueur & d'un pouce en quarré, serrée par les deux bouts, peut porter 600. livres avant l'instant de sa rupture, il s'ensuit qu'une autre aussi d'un pouce en quarré, & qui auroit 3. pieds ou 36. pouces de longueur, & serrée par ses deux extrêmités, ne portera que 300, ce qui est confirmé par la sixiéme Experience: or puisque la force de deux Solives de même longueur est dans le raport du quarré de la hauteur de chacune, multiplié par la largeur de la base; si de ces deux solives la base de l'une a un pouce

en

Digitized by Google

en quarré, & la base de l'autre 6. pouces aussi en quarré, leur force sera dans le raport des cubes des côtés de leur bases: par consequent comme un est à 216. ainsi la Solive d'un pouce en quarré & de 3. pieds de longueur portant 300. livres, arrêtée par les deux bouts, celle qui auroit 3. pieds en longueur & 6. pouces en quarré portera donc 64800. mais comme cette derniere Solive est très commode, pour servir de modêle dans la maniere de connoître la force du bois, nous nous en servirons préférablement à toute autre, pour les operations suivantes; c'est-à-dire, que nous regarderons comme indubitable, qu'une Solive de 3. pieds de longueur & de 6. pouces en quarré porte dans son milieu 64800 avant l'instant de se rompre, lors qu'elle est parfaitement serrée par les deux bouts.

Presentement, si l'on avoit une poutre de 30. pieds de longueur entre ses deux apuis, & de 12. pouces en quarré, dont les extrêmités seroient bien engagées & serrées dans deux murs, & qu'on voulut savoir qu'elle est la charge que peut porter cette poutre dans son milieu, avant l'instant de se rompre; il faut commencer par diviser 216. par 3. c'est-à-dire, le cube de la hauteur de la Solive, qui doit servir de modele par sa longueur, & le quotient sera 72. qui doit servir de premier terme à une regle de proportion, dont le second sera le poids que peut porter cette solive, c'est-à-dire, 64800. pour avoir le troisiéme terme, il faut quarrer la hauteur de la poutre dont il est question, multiplier ce quarré par la largeur de la base, diviser ensuite le produit qui est ici 1728. par la longueur de la poutre, qu'on supose être de 30. pieds, & en prendre le quotient; faisant la regle comme à l'ordinaire, le quatriéme terme donnera le poids que doit porter la poutre, qui se trouvera de 51840., on aura de même la force de toute autre poutre, dont les dimensions seroient telles qu'on voudra.

Si la poutre, dont on demande la force, n'étoit point serrée par ses deux bouts, mais seulement posée sur deux apuis; on pourra faire la même regle que ci-dessus, & prendre les deux tiers du poids que le calcul aura donné, puisque l'on sait qu'une poutre dans cette situation porte un tiers moins que la précédente.

Nous avons suposé jusqu'ici, que le poids étoit toûjours posé dans le milieu; ce pendant, comme il peut se rencontrer dans d'autres endroits, voici une maniere de connoître la charge que portera une poutre, à tel point qu'on voudra de sa longueur, pour qu'elle resiste autant qu'elle le feroit si elle étoit chargée dans le milieu.

Digitized by Google

FIG. 12. Supofant une poutre *AB*, de 24. pieds de longueur, & de 10. pouces fur 14. d'équariffage, pofée de cant, & ferrée par fes deux bouts, on demande quel poids elle peut porter aux deux tiers de fa longueur, avant l'inftant de fe rompre; pour cela, il faut commencer par chercher la pefanteur du poids *E*, qu'elle portera dans fon milieu, & on trouvera qu'il eft de 73500. livres: or fi on fe rapelle que l'action de ce poids eft partagée en trois, dont un tiers agit à l'extrêmité *A*, un autre à l'extrêmité *B*, & le troifiéme dans le milieu *D*, l'on verra qu'afin que la poutre foit chargée aux deux tiers *C*, comme elle le feroit dans le milieu, avec le poids de 73500. il faut que chaque bout foit tiré de la même façon, c'eft pourquoi je multiplie 24500. qui eft le tiers du poids *E*, par 12. qui eft la longueur du bras de levier *AD*, ou *BD*, qui répond aux extrêmités, & divife le produit par les deux-tiers de la longueur de la poutre, qui expriment alors le bras de levier *CB*, qui répond au bout *B*, & le quotient 18375. eft la partie du poids qui doit agir à l'extrêmité *C* de ce levier, pour faire le même effet que le tiers du poids *E*, fait en *D* pour avoir la partie du poids qui doit tirer l'autre bout *A*, de la même façon que l'eft le précédent, je multiplie encore 24500. par 12. & divife le produit par l'autre tiers *AC*, de la longueur de la poutre, c'eft-à-dire, par 8. pour avoir 36750. qui eft ce que l'on demande; enfin comme les deux bouts ne pouvoient être rompus ci-devant que par l'action du tiers qui agit dans le milieu, il faut donc fupofer que la poutre eft encore chargée au point *C*, du poids de 24500. ainfi ajoûtant ce nombre avec les deux précedens, c'eft-à-dire, avec 18375. & 36750. l'on aura 79625. pour la valeur du poids *G*, que la poutre peut porter à l'endroit *C* pour être chargée de la même façon qu'elle le feroit fi elle avoit porté dans fon milieu le poids *E* de 73500. qui n'eft ici qu'imaginaire, puifqu'il en faut faire abftraction, & ne confiderer la poutre chargée que du feul poids *G*.

Si on vouloit charger une poutre de plufieurs poids, pofés à differens endroits de fa longueur, & qu'on defirât favoir quel rapport il y a de cette charge avec celle que la poutre peut porter avant l'inftant de fe rompre, il faudra commencer par chercher quel eft le poids que cette poutre peut porter dans le milieu, enfuite fupofer qu'on a réuni tous les poids dont il eft queftion dans le même milieu, alors on pourra comparer ce poids avec celui que la poutre eft capable de foûtenir, & l'on verra s'il eft plus grand ou plus petit, pour juger du parti qu'il faudra prendre.

Comme il ne conviendroit pas de charger les poutres de tout le

Digitized by Google

le poids qu'elles peuvent porter avant l'inſtant de ſe rompre, puis qu'elles ſe romproient effectivement, & ne pourroient plus être d'uſage; je croi que, pour agir en toute ſureté, & ne les point forcer, on ne doit les charger au plus dans le milieu, qui eſt l'endroit le plus foible, qu'environ de la moitié du poids ſous lequel elles pourroient être rompuës; ainſi, ayant trouvé par le calcul précedent, qu'une poutre qui auroit 24. pieds de long, ſur 10. à 14. pouces d'équariſſage & poſée de cant, peut ſoûtenir dans le milieu de ſa longueur, un poids de 73500. on ne doit charger cette poutre au plus que de 36750. on peut d'autant mieux compter ſur cette regle, qu'il n'arrive jamais que le poids dont on charge les planchers que ſoutiennent les poutres, ſoit parfaitement réuni dans le milieu, comme s'il y étoit ſuſpendu à l'aide de quelque cordage, puiſque les corps peſans ont toûjours un certain volume qui occupe une partie de la longueur de la poutre, & diminue par conſequent du bras de levier, ce qui fait qu'elles reſiſtent avec plus d'avantage, & ſe reſſentent moins du fardeau qu'elles portent.

Nous ſupoſons ici que les poutres portent tout le poids dont les planchers peuvent être chargés; car quand même le poids ſeroit ſur les ſolives entre deux poutres, ces ſolives étant apuyées ſur les poutres, c'eſt toûjours ſur elles que ſe termine toute la charge; auſſi quand les planchers viennent à manquer, ce n'eſt jamais que par-là & rarement par les ſolives, parce qu'elles n'ont pas beaucoup de portée; mais s'il falloit avoir égard à leur force, on pourra connoître la réſiſtance dont elles ſeront capables comme on a fait pour les poutres, avec cette attention cependant qu'on doit les regarder comme des pieces poſées ſur deux apuys ſans y être ſerrées par les extremités, & que par conſequent elles ont un tiers moins de force à proportion que les poutres.

N'ayant parlé juſqu'ici que des poutres dont les dimenſions étoient connuës, il nous reſte à examiner comme on peut trouver quelle doit être la groſſeur d'un arbre dont on voudroit tirer une poutre qui fut la plus forte de toutes celles que peut fournir le même arbre, & qui ſoit en même tems capable de porter dans ſon milieu un poids donné. Il eſt conſtant qu'ayant deux arbres dont les diamétres *AB* & *GH*, ſont inégaux, que voulant en tirer les deux plus fortes poutres qu'ils peuvent donner, ces poutres auront des baſes ſemblables, puiſque les rectangles *FE* & *KI*, auront été tracés de la même maniere. Or ſi les poutres ont des longueurs égales, leurs forces ſeront comme les parallelipipedes, compris ſous le quarré du côté *FB*, & le FIG. 9. & 10.

cô-

côté *FA*, eſt au parallelipipede, compris ſous le quarré du côté *KH*, & la ligne *KG*; mais *GI*, étant à *GK*, : : *AE*, *AF*, il s'enſuit que ces parallelipipedes ſeront ſemblables, & dans la raiſon des cubes de leurs côtés homologues *FB*, & *KH*, ou bien dans la raiſon des cubes des diamêtres ou diagonales *AB*, & *GH*, à cauſe des triangles ſemblables *AFB*, & *GKH*, par conſequent l'on pourra prendre les cubes des diamêtres, au lieu des parallelipipedes pour exprimer la force des deux poutres, en ſupoſant toûjours que leurs longueurs ſont égales; mais ſi elles étoient differentes, on connoîtra encore le rapport de leur force, en diviſant le cube de chaque diametre par la longueur de la poutre qui luy répond.

Si l'on ſupoſe preſentement qu'on a tiré du cercle *FE* une poutre dont on connoît la longueur, la baſe *FE* & le poids que cette poutre peut porter avant l'inſtant de ſe rompre, & qu'on veuille ſavoir quel doit être le diamêtre de l'arbre d'où l'on veut tirer une autre poutre dont la baſe ſoit ſemblable à la precedente, enſorte que cette poutre ſoit capable de porter un poids donné, il faut chercher par l'Algebre une formule qui nous enſeigne la maniere dont il faudra s'y prendre. Fig. 6.

Prenant la poutre *NP* pour celle qui doit ſervir de modele, nous nommerons la diagonale *OQ*, a; ſa longueur *NO*, b; & le poids qu'elle peut porter m; de même nous nommerons x, la diagonale de la baſe que l'on cherche, d, la longueur de la poutre qui apartient à cette baſe, & n, le poids donné; & alors on aura m, n : : $\frac{a^3}{b}$ $\frac{x^3}{d}$; c'eſt-à-dire que le poids que peut porter la poutre *NP*, eſt au poids que doit porter la poutre dont on demande la baſe, comme le cube de la diagonale *NQ*, diviſé par la longueur *NO*, eſt au cube du diamêtre du cercle que l'on demande diviſé par la longueur de la poutre qui répond à ce diamêtre. Or ſi de cette proportion on en forme une équation on aura $\frac{na^3}{b} = \frac{mx^3}{d}$ qui étant diviſée par m, & multipliée par d, afin de dégager l'inconnuë il vient $\frac{dna^3}{bm} = x^3$ dont extrayant la racine cube, l'on a $\sqrt[3]{\frac{dna^3}{bm}} = x$, qui donne la valeur de l'inconnuë, que l'on trouvera en ſuivant ce qu'enſeignent les lettres qui compoſent le premier membre, comme nous allons le détailler.

Supoſant que la poutre *NP*, qui doit ſervir de modele, ſoit de 24 pieds de longueur, ſa hauteur *OP* de 14 pouces, & la largeur *PQ* de 10, le quarré de 14 étant à peu-près double de celui de 10, le

le rectangle *RP*, pourra être consideré comme semblable à celui que nous cherchons, & comme l'on a le rectangle *OPQ*, il sera aisé d'avoir la diagonale *OQ*, qu'on trouvera environ de 17 pouces 3 lignes, qui est la valeur de a; ainsi cubant ce nombre l'on aura $5132 = a^3$, $24 = b$; & comme nous avons vû ci-devant, qu'une poutre telle que celle-ci pouvoit porter dans son milieu 73500 liv. avant l'instant de se rompre lorsqu'elle étoit bien serrée par ses extrêmités, on aura donc $73500 = m$, par consequent la valeur des trois quantités qui apartiennent à la poutre qui doit servir de modele; & si la poutre dont on cherche la base a 30 pieds de longueur, on aura $30 = d$, & il ne restera plus qu'à savoir quel est le poids qu'on veut faire porter à cette poutre, & de quelle façon on veut qu'elle le porte; car ou l'action de ce poids sera en équilibre avec la résistance de la poutre & même un peu plus fort que cette résistance pour causer la rupture, ou bien la résistance de la poutre sera tellement au-dessus du poids, qu'on n'aura pas lieu d'aprehender qu'elle casse, qui est le cas qui convient à l'usage, puisqu'on ne fait pas des poutres pour les rompre, & comme j'ai dit ailleurs qu'il ne falloit les charger que de la moitié du poids qu'elles pouvoient porter avant l'instant de se rompre, il faut donc pour suivre ce principe faire comme si la poutre dont on cherche la base devoit porter un poids double de celui qu'elle portera en effet, parce qu'alors sa résistance sera double de l'effort qu'elle aura à soûtenir, c'est pourquoi voulant qu'elle puisse porter 100000 l. nous suposerons qu'elle peut en porter 200000, ainsi on aura $200000 = n$, qui est la valeur de la derniere lettre qui nous restoit à connoître.

Pour suivre ce qu'enseigne la formule $\frac{\sqrt[3]{dna^3}}{bm} = x$, on commencera par multiplier la valeur de d & de n, l'une par l'autre, qui donneront 6000000 qu'il faut multiplier par la valeur de a^3, l'on aura $30792000000 = dna^3$, qu'il faut diviser par la valeur de bm; c'est-à-dire par le produit de 24 & de 73500 qui est 1764000, & le quotient donnera $17455 = \frac{dna^3}{bm}$, dont il faut extraire la racine cube qui sera à peu-près de 25 pouces 6 lignes pour la valeur de x; c'est-à-dire pour le diamétre de l'arbre d'où l'on veut tirer la poutre que l'on demande.

Si l'on vouloit savoir en nombre quelle est la valeur des deux côtés *GI* & *IH*, de la base de la poutre qu'on doit tirer du cercle *KI*, dont le diamétre *GH*, est de 25 pouces & demi, remarqués que le quarré du côté *GI*, étant double de celui du côté *IH*, le premier

fera les deux tiers du quarré du diamêtre *GH*, & le second le tiers même, ainsi quarrant 25 & demi si l'on prend à part le tiers & les deux tiers du produit, & qu'on extraye la racine quarrée de chacune de ces quantités, elles donneront à peu-près 14 pouces 8 lignes, & 20 pouces 8 lignes, pour la valeur des côtés *GI* & *IH*, c'est-à-dire pour les dimensions de l'équarrissage.

Il est bon de dire que toutes les fois que nous avons parlé du cercle d'un arbre, nous avons toûjours entendu la partie interieure de l'arbre, qui n'a ni aubier ni écorce, mais qui est dure & de bonne consistance; & que quand il étoit question d'en tirer une poutre, on commençoit à tracer avec le compas un cercle dont le centre étoit celui de l'arbre même, & dont le rayon alloit se terminer un peu au-dessous de l'écorce; & que c'étoit le diamétre de ce cercle là qu'il falloit diviser en trois parties égales, pour tracer la base de la poutre que l'on demande: de même, après avoir trouvé le diamétre d'un arbre duquel on veut tirer une poutre, comme dans l'opération précédente, il faut toûjours suposer que l'arbre doit avoir au moins un diamétre de 3 pouces plus grand que celui qu'on aura trouvé, afin d'avoir égard au déchet.

Voici encore un cas que je ne passerai pas sous silence, esperant qu'il servira dans les occasions qui peuvent se presenter.

La longueur d'une poutre étant donnée, & le côté sur lequel elle doit être posée, on demande quelle doit être son épaisseur verticale, pour être capable de porter dans son milieu un poids donné.

Pour cela, nous suposerons que la poutre, qui doit servir de modele, a pour base un quarré, dont le côté sera nommé a, la longueur de la poutre b, & le poids qu'elle peut porter avant l'instant de se rompre, m; que la longueur de la poutre qui fait le sujet de la question est nommée d; le côté de la base que l'on connoît, c; celui que l'on cherche, x; & le poids que cette poutre doit porter, n: cela posé, si on multiplie le quarré de la hauteur verticale de chaque poutre par son épaisseur, & que l'on divise chaque produit par la longueur des poutres ausquelles elles appartiennent, on pourra avec les deux quotiens, & les poids que ces poutres peuvent porter avant l'instant de se rompre, former cette proportion, $m, n :: \frac{a^3}{b}, \frac{cxx}{d}$ qui donne $\frac{na^3}{b} = \frac{mcxx}{d}$, & multipliant cette équation par d, & la divisant ensuite par mc, l'on aura après avoir extrait la racine quarrée de chaque membre, $\frac{\sqrt{dna^3}}{bcm} = x$, qui est une formule, dont voici l'application.

Pre-

Prenant pour modele la Solive de 3 pieds de longueur sur 6 pouces en quarré, qui porte un poids de 64500 liv. l'on aura $a^3 = 216$, $b = 3$, $m = 64500$. Si presentement la poutre, dont il est question, a 24 pieds de longueur, que le côté sur lequel elle doit être posée soit de 12 pouces, & que le poids qu'elle doit porter pour n'être pas en danger de se rompre, soit de 70000. il faut doubler ce poids, pour les raisons que j'ai dit ci-devant, & alors il sera consideré comme étant de 140000. Ainsi nous aurons donc $d = 24$, $c = 12$, & $n = 140000$; c'est pourquoi il n'est plus question que de suivre ce qu'enseigne la formule, c'est-à-dire multiplier les valeurs de d & de n l'une par l'autre, & le produit 3360000. par la valeur de a^3, c'est-à-dire par 216 pour avoir 725760000. $= dna^3$ qu'il faut diviser par le produit des trois nombres qui expriment la valeur de b, c, m, lequel donnera 2322000. $= b, c, m$; & le quotient sera 312, dont il faut extraire la racine quarrée qu'on trouvera de 17 pouces, 7 lignes, 11 points, pour la hauteur verticale de la poutre.

Si la hauteur verticale étoit donnée, & qu'on voulût trouver l'épaisseur horisontale, nommant cette épaisseur x; & l'autre c; & tout le reste avec les mêmes lettres, alors la formule se changeroit en celle-ci $\frac{dna^3}{bmcc} = x$.

Enfin, si les deux dimensions de l'équarissage étoient données, & qu'on voulût sçavoir quelle doit être la longueur d'une poutre pour casser sous l'éfort du poids n; nommant c, la hauteur verticale, f l'épaisseur horisontale; nous servant toûjours du même modele, nous aurons encore $m, n, :: \frac{a^3}{b}, \frac{ccf}{x}$ d'où l'on tire cette formule, après avoir dégagé l'inconnuë $\frac{bccfm}{na^3} = x$.

Comme de toutes les situations qu'on peut donner à une piéce de bois par rapport à sa longueur, il n'y en a point où elle ait moins de force, que quand elle est posée horisontalement, il est à propos d'examiner ce qui arrive quand elle est posée obliquement.

Si l'on considere la poutre *AB* posée sur deux apuis, dont l'un est beaucoup plus élevé que l'autre, il est constant que le poids *D* qui seroit suspendu dans le milieu de sa longueur, n'agissant point selon une direction perpendiculaire au bras de levier, fera d'autant moins d'effort pour rompre cette poutre, que l'angle *CFG* formé par l'obliquité de la poutre, & la ligne horisontale *FG* aprochera davantage de valoir un droit, jusques-là que si la poutre étoit perpendiculaire à l'horison, c'est-à-dire que l'angle *CFG* fût effectivement droit, le FIG. 8.

Digitized by Google

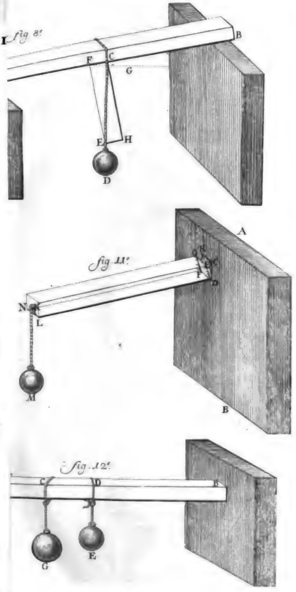
le poids *D* ne feroit plus aucun effet, parce que sa direction & celle du levier se trouveroient dans une même ligne. Mais si la poutre est seulement inclinée, comme nous la suposons ici, alors on n'a qu'à faire le paralellogramme rectangle *EFCH*, & l'action du poids sur la poutre posé horisontalement sera à celle du même poids, quand cette poutre est oblique, comme la diagonale *EC* est au côté *EF*, ou, ce qui revient au même, comme le sinus de l'angle *CFE*, est au sinus de l'angle *FCE*: de sorte que si l'on vouloit que cette poutre fût changée dans la situation oblique de la même façon qu'elle le feroit si elle étoit horisontale, pour être rompuë dans l'un & l'autre cas, l'on voit que quand il faudra dans la situation horisontale un poids exprimé par le côté *FE*, ou par le sinus de l'angle *FCE*, celui pour la situation oblique doit être exprimé par la diagonale *EC*; par consequent lorsque l'angle *FCE* devient si petit, que les deux lignes *CE* & *CA* se trouvent confonduës, ce qui arrive quand la poutre est perpendiculaire à l'horison, la ligne *CE* n'étant plus déterminée, le poids que peut porter la poutre devient inexprimable.

Bullet, en parlant de la charpente dans son Architecture pratique, dit que la force d'une piéce de bois, qui est inclinée, augmente dans la raison de l'ouverture des angles que cette piéce forme avec la ligne horisontale; &, comme bien des gens ajoûtent foi à tout ce que raporte un Auteur qui a quelque réputation, je croi qu'il est à propos d'exposer ici mot pour mot le sentiment de celui que je viens de citer, afin de faire ensuite quelques Remarques qui ne feront peut-être pas inutiles.

„ A l'égard de la grosseur des bois, dit-il, l'on peut savoir que „ ceux, que l'on employe aux combles, n'ont pas besoin d'être si „ gros par rapport à leur longueur, que ceux qu'on employe aux „ planchers, car ceux-ci sont posés de niveau, & soufrent beau- „ coup davantage que ceux des combles qui sont inclinés, & on „ ne doit pas douter qu'une piece de bois posée de bout, ne por- „ te sans comparaison plus dans une même grosseur & longueur, „ que si elle étoit posée de niveau; ensorte que suposant qu'une „ piece de bois puisse porter, par exemple, 1000 étant posée de „ niveau, & qu'étant posé de bout elle porte 3000, si on l'in- „ cline d'un demi-angle droit, elle doit porter 2000, & ainsi des „ autres angles plus ou moins inclinés à proportion.

Tout le monde pense avec Bullet, qu'il ne faut pas donner tant de grosseur aux chevrons d'un comble, qu'aux solives d'un plancher, non seulement par raport à la situation avantageuse des premiers, mais aussi parce que les chevrons ne portent jamais d'autre poids

Digitized by Google



Digitized by Google

poids que celui de la couverture, au lieu que les solives, independamment des planchers qu'elles soutiennent, doivent être aussi capables de porter la pesanteur de tous les corps étrangers dont on voudroit les charger, selon l'usage des lieux où elles sont employées: mais à l'égard du bois posé obliquement, je ne vois point sur quel fondement il dit, qu'une piece, qui seroit inclinée sous un angle de 45. degrés, portera un poids moyen arithmetique, entre celui qu'elle porteroit si elle étoit horisontale, & entre l'autre qu'elle soutiendroit si elle étoit de bout; car l'on peut bien connoître ce que peut porter cette piece quand elle sera horisontale, en suivant les regles précedentes, mais il n'est pas possible de déterminer ce qu'elle portera étant de bout, le poids dans cette derniere situation ne pouvant être exprimé, par consequent il n'est pas possible de trouver des termes moyens: ce n'est pas que je veuille dire qu'une piece de bois, posée de bout, soit capable de porter un fardeau immense, je sais bien que quand elle aura une certaine hauteur, elle pourra plier, & même se rompre; mais quand cela arrive ce n'est pas l'effet d'une cause susceptible d'aucune regle, c'est que le poids ne porte pas à plomb, & pousse obliquement, ou que le bois lui même n'est pas bien perpendiculaire, ou ce qui paroît le plus vraisemblable encore, c'est que le fil peut en être oblique, & par consequent tende à se casser du côté le plus foible; mais comme il suffit de savoir ce qu'une piece de charpente peut porter étant horisontale, pour juger de ce qu'elle portera quand elle sera mise dans une situation oblique; l'on voit selon ce que j'ai dit ci-devant, que cette force n'augmente point dans la raison de l'ouverture des angles, mais selon que le sinus total se trouve plus grand que les sinus des complemens des angles, formés par la ligne horisontale & la piece.

Un peu après, cet Auteur continuë en ces termes: „ Il y auroit „ beaucoup de choses à dire sur la grosseur que les bois doivent „ avoir, par raport à leur longueur & à leur usage, quand même „ on les suposeroit generalement tous de même qualité, ce qui ar„ rive rarement; cette question ne peut pas être resoluë par les „ regles de Geometrie, parce que la connoissance de la bonne & „ mauvaise qualité des bois apartient à la Phisique; ainsi il faut se „ contenter de l'experience, avec laquelle on peut donner quel„ ques regles, pour les differentes grosseurs des poutres, par rap„ port à leur longueur, suposant neanmoins que la charge n'en soit „ pas excessive, comme quand on fait porter plusieurs cloisons & „ planchers l'un sur l'autre à une même poutre, ce que j'ai vû en

Digitized by Google

„ plusieurs endroits, & ce qu'il faut absolument éviter. Voici une „ table pour avoir la grosseur des poutres suivant leur longueur, „ donnée de 3 pieds en 3 pieds, depuis 12 jusqu'à 42 pieds, laquel- „ le table a été faite par une regle fondée sur l'experience, dont „ chacun pourra se servir comme il jugera à propos pour son utilité.

Longueur des poutres.	leur largeur.	leur hauteur.
Une poutre de 12 pieds aura . .	10 pouces sur . .	12 pouces.
15	11	13
18	12	15
21	13	16
24	13 $\frac{1}{2}$	18
27	15	19
30	16	21
33	17	22
36	18	23
39	19	24
42	20	25

Il a raison de dire, qu'il arrive rarement qu'on rencontre des bois de même qualité; mais, c'est à tort qu'il croit que les regles de la Geometrie ne peuvent être d'aucune utilité, pour proportionner leur grosseur à leur longueur, quand on fera abstraction de la difference de leur force naturelle, puisque je ne crois pas qu'on puisse y arriver par d'autres voyes, car independamment des experiences qu'on a rapportées ci-devant, il suffira que l'usage nous ait apris que des poutres, des solives, des chevrons &c. d'une certaine longueur & d'une grosseur déterminée, ayent toûjours bien réussi, pour qu'on puisse après cela trouver les bases qu'il convient de donner à ces mêmes pieces, si on étoit dans la necessité de les employer beaucoup plus longues, & alors la pratique seule ne suffit pas pour juger exactement de la grosseur des bois; c'est pourquoi je ne vois pas qu'on puisse se servir surement de la table qu'il donne, ne rendant aucune raison de la maniere dont elle a été calculée; j'ai même voulu voir si les poutres, qui y sont raportées, répondoient tant soit peu aux regles qui devoient leur convenir, mais je n'ai rien aperceu qui en aprochât. Si j'ai fait mention du Livre de Bullet, ce n'a été que pour faire sentir aux personnes qui veulent s'apliquer à l'Art de bâtir, combien il est important qu'ils ayent quelques principes de theorie, qui puissent les guider dans la pratique.

Voilà

Digitized by Google

Voilà ce que je m'étois proposé de dire sur la maniere de connoître la force des bois, qui sont en usage dans les bâtimens: j'avois fort envie de ne pas m'en tenir-là, & de faire d'autres aplications des principes de la mécanique à la charpente, pour montrer quelle est la disposition la plus avantageuse qu'il convient de donner à l'assemblage des pieces de toute sorte d'ouvrages en général, pour être capables de resister le plus qu'il est possible, aux poussées qu'ils auroient à soûtenir, avec un certain nombre de solives déterminé, necessaire seulement pour l'éxecution de ce que l'on a en vuë, car on ne peut douter que dans les fermes qui soûtiennent les combles, celles qui sont employées pour les jettées qui se font dans la mer, les chevalets des ponts, les portes des écluses &c. il n'y ait des puissances qui agissent & qui resistent selon certaine direction, & par consequent des leviers de differente espece, & que tout cela ne fasse un mécanisme, dont la connoissance ne peut être que très utile, que j'aurois volontiers developé, si je m'étois trouvé plus de loisir que je n'en ai presentement; car ayant commencé à écrire quelques chapitres sur ce sujet, je me suis aperçu que pour les traiter comme il faut, je serois obligé d'embrasser un ouvrage qui deviendroit fort étendu, mais que je me propose pourtant de réprendre dans le second Volume.

CHAPITRE QUATRIE'ME.

Des bonnes & mauvaises Qualités du Fer.

LE grand usage que l'on fait du fer dans les travaux du genie & de l'artillerie, en rend la connoissance si necessaire, que j'ai crû ne pouvoir me dispenser de raporter ici toutes les Observations qui pouvoient contribuer à en faire un bon choix: pour cela, j'ai eu recours à ce que l'experience a apris à ceux qui travaillent continuellement dans les Forges des Arsenaux du Roy; & comme je ne connois point d'Auteur qui traite mieux cette matiere que Monsieur Felibien, dans ses Memoires d'Architecture, j'ai profité aussi des Instructions qu'il donne.

Pour juger de la qualité du fer, il faut savoir de quelle Forge il vient, si la mine d'où il est tiré est douce ou cassante; & pour connoître ces mines, voici ce que l'on a remarqué sur celles qui fournissent du fer en France.

Le

Digitized by Google

Le meilleur fer, que nous ayons, eſt celui qui ſe tire des mines de *Berry*; il y a quelques années que l'on en a travaillé une grande quantité à l'Arſenal de la Ferre; les ouvriers l'ont trouvé ſi excellent, qu'ils ne pouvoient lui donner aſſez d'éloge. Le fer de *Bourgogne* eſt auſſi fort bon, cette Province en fournit pour la conſtruction des Vaiſſeaux & Galeres qui ſe font à Toulon & à Marſeille; on le tire particulierement des Forges de *Peſmes* & de *Morambert*, parce qu'il eſt fort doux & aiſé à employer.

Le fer de *Senonge* & celui de *Vibray*, proche Monmiral au Mans, eſt aſſez eſtimé, parce qu'il ſe forge bien, étant doux & pliant.

L'on ne fait pas grand cas du fer de *Normandie*, non plus que de celui de *Champagne* & de *Thierrage*, parce qu'il eſt fort caſſant & d'une très mauvaiſe qualité.

Le fer de *Roche* eſt bon, s'employant bien en toute ſorte d'ouvrage, de même que celui qui vient des mines de *Nivernois*; ce dernier étant fort doux, propre à faire des épées, & des canons de fuſils: il eſt même d'une qualité qui aproche fort de l'acier.

Celui qu'on tire de *Signy le petit* eſt dur & caſſant, mal aiſé à forger, le grain en eſt gros & clair, par conſequent d'une mauvaiſe qualité, auſſi ne l'employe-t-on guere que pour les bombes & les boulets.

Le fer d'*Eſpagne* eſt très doux, de maniere qu'on le forge à froid comme l'argent: il y a des Forges entre St. Sebaſtien & le Paſſage, dont le fer a cette qualité.

J'ai vû d'habiles gens, partagés ſur le fer de *Suede* & d'*Allemagne*, les uns en faiſant beaucoup de cas, & les autres ne l'eſtimant guere; au reſte, il eſt fort bon, quand il eſt corroyé avec d'autre fer pour des outils tranchans.

J'ai dit que le fer de *Berry* étoit de très bonne qualité; mais il eſt à propos d'obſerver qu'il s'en trouve de deux eſpeces, l'un & l'autre ſe debitent en barre, toute la difference eſt, que l'un eſt de fer battu, & l'autre ſe tire comme le Vitrier tire le plomb, & par là on le fait auſſi mince & auſſi large que l'on veut; mais ce qu'il y a de particulier, c'eſt que celui qui eſt ainſi tiré eſt d'une qualité incomparablement meilleure que l'autre qui eſt battu, étant plus nerveux: l'on n'y voit preſque point de grain, & on a de la peine à le caſſer à froid; aparamment que le rouleau contribuë beaucoup à lui donner cette qualité.

Comme il ſe rencontre du fer bon & mauvais, quoi qu'il vienne de la même Forge, & quelquefois de la même Gueuſe, il faut pour en être plus ſur, en prendre une barre: ſi l'on voit qu'il y ait de

Digitized by Google

de petites veines noires, qui s'étendent au long, & qu'on n'y aperçoive point de gerſures, ou de coupures qui aillent en travers, & que cette barre ſoit pliante ſous le marteau, c'eſt une marque que le fer eſt bon; au lieu que s'il y avoit des gerſures, & que la barre fût roide, c'eſt une preuve évidente que le fer eſt *Rouverain*, c'eſt-à-dire caſſant à chaud, & qu'il eſt difficile à forger.

On connoîtra encore ſi le fer eſt doux, à la couleur qu'il aura en dedans après l'avoir caſſé, car s'il eſt noir, c'eſt ſigne qu'il eſt bon, & malleable à froid & à la lime; mais auſſi il eſt ſujet à être cendreux, c'eſt-à-dire qu'il ne devient pas plus clair après qu'il eſt poli, principalement s'il s'y rencontre des taches griſes comme de la cendre, car c'eſt ce qui le rend difficile à polir, & à mettre en bon luſtre, ce qui n'arive pas à toutes les barres, mais à la plûpart; auſſi cette ſorte de fer eſt moins ſujette à ſe roüiller, parce qu'il tient un peu de la nature du Plomb.

Il y a d'autres barres dont le fer, à la caſſe, paroît gris, noir, & tirant ſur le blanc; il eſt beaucoup plus dur & plus roide que le précédent lors qu'on le plie: il eſt très propre à être employé aux gros ouvrages dans les bâtimens; mais, pour la lime, il eſt mal aiſé, à cauſe qu'il s'y rencontre des grains qu'on ne peut emporter facilement.

Celui qui, étant caſſé, a le grain mêlé de blanc, de gris, ou de noir, eſt ſouvent le meilleur, ſoit pour la forge ou la lime, & pour ſe bien polir.

Il y a d'autres barres, qui ont le grain petit comme de l'acier, & dont le fer eſt pliant à froid, il eſt mal aiſé à limer, & greſille lors qu'il commence à être chaud, de ſorte qu'il eſt difficile à employer, à la forge & à la lime, attendu qu'il ne ſe ſoude pas facilement, & qu'à la lime il a des grains; il eſt bon pour ceux qui font de gros ouvrages.

Il y en a encore d'autres, dont le grain eſt gros & clair à la caſſe, comme de l'étain de glace: ce fer eſt de mauvaiſe qualité, car il eſt caſſant à froid & tendre au feu, ne pouvant ſouffrir une grande chaleur ſans ſe brûler, parce qu'il eſt fort poreux, aiſé à ſe rouiller & à ſe manger.

Le fer, qu'on apelle *Rouverain*, ſe connoit; comme je viens de dire, lors qu'il y a des gerſures ou des coupures, qui vont au travers des barres; il eſt d'ordinaire pliant & malleable à froid: ſi en le forgeant il ſent le ſoufre, & qu'en le frapant il en ſorte de petites étincelles, c'eſt une marque qu'il eſt caſſant à chaud; auſſi lors qu'il vient en ſa mauvaiſe couleur, qui eſt d'ordinaire un peu plus

Digitized by Google

blanche que couleur de cerise, il casse quelquefois tout au travers de la piece; si on le frape, & qu'on le ploye, il deviendra tout pailleux.

Les ouvriers, & ceux qui ont accoûtumé de faire travailler, connoissent bien la qualité du fer en le forgeant, car s'il est doux sous le marteau, il sera cassant à froid, au lieu que s'il est ferme, c'est signe qu'il sera ployant à froid.

Comme il se rencontre des occasions, où il est necessaire de savoir les differentes especes de fer que l'on tire des Forges, voici les dimensions de celui qui se debite le plus communement chez les Marchands: il ne s'en rencontre guere d'autres, à moins qu'il ne soit de commande.

Le fer *plat* a 9 à dix pieds de long, & quelquefois plus, sur 2 pouces & demi de large, & 4 lignes où environ d'épaisseur: il s'en trouve même de 12 & 13 pieds de long, sur 3 pouces & demi & 4 pouces de large.

Le fer, qu'on nomme *quarré*, est en barre de diverse longueur, & a depuis un jusqu'à 2 pouces ou environ en quarré.

Le *quarré batard* a 9 pieds de long, & 16 à 18 lignes en quarré.

Le fer *Cornette* a 8 ou 9 pieds de long, 3 pouces de large, & 4 à 5 lignes d'épaisseur.

Le fer *Rond* à 6 à 7 pieds de long, sur 6 lignes de diamétre.

Le fer de *Carillon* est un petit fer qui n'a que 8 à 9 lignes de grosseur.

Celui de *Courçon* est par gros morceaux de 2, 3 & 4 pieds de long.

La *Taule* est en feuilles, & de plusieurs largeurs & hauteurs.

Il y a outre cela le petit fer en *botte*, qui sert pour faire les vergettes des vitres & autres ouvrages.

Je ne dis rien du fer coulé, ou qu'il faut forger exprès pour des machines, parce que les aplications qu'on en feroit ici seroient hors de propos.

CHA-

Digitized by Google

CHAPITRE CINQUIE'ME.

Des Portes que l'on fait aux Villes de Guerre.

AVANT qu'on ne fortifiât les Places comme on le fait depuis un siécle, on avoit recours à mille inventions pour garentir les Portes des surprises: on pratiquoit à droit & à gauche du passage des especes de Corridors ou Places d'Armes garnis de Creneaux qui servoient à passer par les armes ceux qui après avoir enfoncé la premiere Porte avec le Petard ou le Canon se trouvoient arrêtés par la herse ou autre barriere; &, afin d'enfiler & voir de revers, on faisoit quelquefois le passage de biais, ce qui le rendoit si obscur à cause que l'entrée & la sortie n'étoient point directement oposées, qu'il ressembloit à un coupe-gorge. Aujourd'hui que la force des Places consiste dans les Ouvrages détachés, on fait les Portes beaucoup plus simples. On se contente de les couvrir par une demi-Lune lorsquelles sont construites dans le milieu des courtines & d'en deffendre l'entrée par les flancs des Bastions voisins; &, pour en juger d'un coup d'œil, il suffira de considerer les Planches 13 & 14, qui comprennent les Plans, Profils, & Elevations d'une Porte avec toutes les dimensions de ses parties, que l'on a cottées exprès pour n'avoir pas recours à l'échelle: ainsi, sans entrer dans un grand détail, je dirai seulement, que les ouvertures des Portes entre les piés-droits doivent avoir 9 à 10 pieds sur 13 à 14 de hauteur; que le passage est accompagné de Pilastres de distance en distance, pour porter les arcs-doubleaux de la Voûte; que ces Pilastres ont 2 pieds & demi de largeur sur 4 ou 5 pouces de saillie; qu'on pratique entre deux des niches ménagées dans l'épaisseur des piés-droits, qui servent à retirer les gens de pied, quand le passage est embarassé par quelque Voiture. A l'égard de l'épaisseur des piés-droits, je croi qu'il est inutile d'en parler, puisque si l'on est bien prévenu de ce qui a été enseigné sur la poussée des Terres & celle des Voûtes, l'on pourra sans difficulté trouver l'épaisseur qu'il faut leur donner, selon la grandeur & la figure de la Voûte; & ayant dit aussi, dans le troisiéme Livre, les précautions qu'il falloit prendre pour garentir les Voûtes des injures du tems, on ne doit point ignorer non plus ce qu'il faudra faire si une partie du passage n'étoit point couverte par un Bâtiment qui regnât d'un bout à l'autre, comme cela

PLANCH. 13 & 14.

Digitized by Google

cela se rencontre ordinairement, ainsi qu'on le peut voir dans le Profil de la Porte dont nous parlons, où l'on remarquera que le passage du Rempart au-dessus de la Voûte n'est pas entierement couvert, n'y ayant que deux petits bâtimens, dont l'un fait face à la Campagne, & l'autre à la Ville: le premier sert pour loger l'orgue, qui est une Porte à coulisse qui se léve & se baisse perpendiculairement par le moyen d'un tour qu'on lâche de façon que l'orgue peut tomber tout d'un coup; cette Porte sert à couper le passage aux Ennemis en cas de quelque surprise en tems de Siége, si le Pont-Levis venoit à être rompu par le Canon: l'autre bâtiment, qui est du côté de la Ville, est destiné à loger un Capitaine des Portes ou un Ayde-Major de la Place.

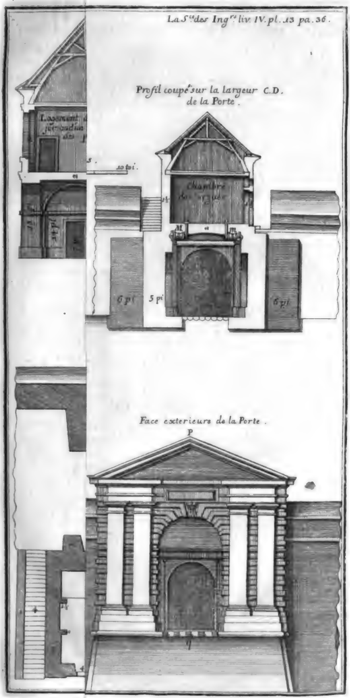
Pour veiller à la sûreté des Portes, l'on fait deux Corps de Garde, l'un pour l'Officier, & l'autre pour les Soldats, & on pratique entre deux un vestibule au-dessus duquel est le bâtiment dont nous venons de parler, & à côté de ces corps de Gardes l'on fait deux Escaliers de Pierre de Taille pour monter au Rempart.

Le Corps de Garde de l'Officier ne devant pas être à beaucoup près si grand que celui des Soldats, on construit à côté une Prison; & alors la façade des deux Corps de Garde se trouve de même grandeur, ce qui offre avec celle du bâtiment superieur une décoration assés belle, comme on le peut voir sur la Planche 13. & même sur la 15. qui comprend encore une autre Porte de Ville à peu-près semblable à la précédente. J'ai raporté ces deux Portes exprès, afin de donner quelque exemple de la maniere dont il faut détailler les desseins que répresentent les Plans, Profils, & Elevations des projets ou des réparations des Edifices dont les Ingenieurs sont chargés; puisque c'est en copiant de semblables morceaux, que les jeunes gens peuvent se mettre dans l'habitude d'en faire d'autres. Pour avoir une plus grande intelligence de la Construction de la premiere Porte, il faut lire l'Article qui répond à la 30e page du sixiéme Livre.

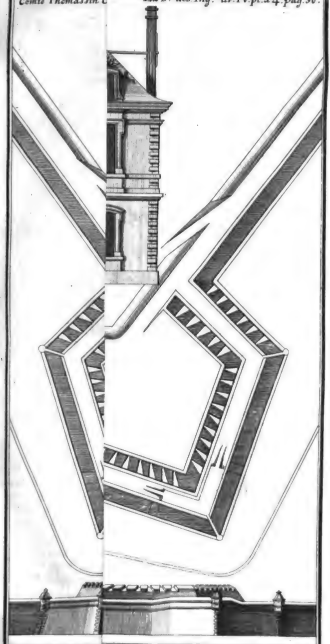
Comme, dans les Places considérables, il y a plusieurs postes depuis la Porte jusqu'à la derniere barriere, on y fait des Corps de Gardes, qui sont à peu-près semblables à celui qui est sur la Planche 15, dont il suffit de considerer le Plan & l'Elevation, pour juger de sa distribution. On remarquera seulement, qu'on a pratiqué un Poële à la façon d'Allemagne, qui, se trouvant entre le Corps de Garde de l'Officier, & celui des Soldats, peut les échauffer tous deux.

L'on fait des façades d'Architecture en dehors des Portes pour les orner, au sujet desquelles je ne dirai par grand chose présentement, parce que les proportions de leurs ornemens dépendent des régles

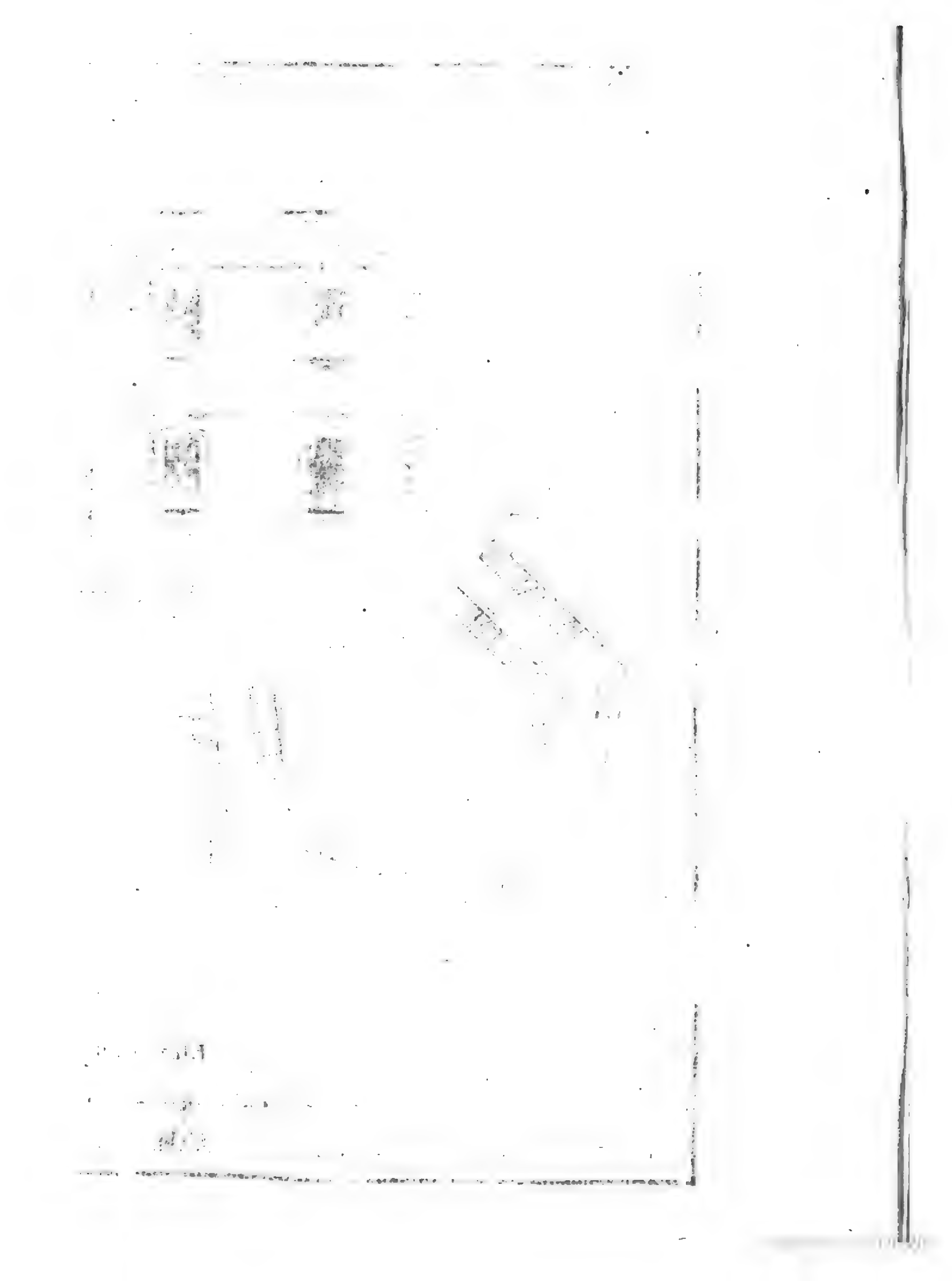
Digitized by Google


La Ste des Ingrs liv. IV. pl. 13 pa. 36.
Profil coupé sur la largeur C.D.
de la Porte.
Chambre
6 pi
5 pi
6 pi
Face exterieure de la Porte.
P
q

Digitized by Google



Digitized by Google



régles que l'on trouvera dans le cinquiéme Livre: celle qui est sur la Planche 13. me plairoit assés; elle a quelque chose de grand, quoique simple & rustique, & n'est que d'une dépense médiocre. Celle de la Planche 15. n'est pas si belle, aussi la supose-t-on faite pour un endroit où on ne jugeroit pas à propos de donner dans le magnifique. On en peut voir encore quatre autres beaucoup plus élegantes sur les Planches 16 & 17., que je donne à dessein de montrer que la belle décoration n'est pas incompatible avec les Fortifications; elles ont eû l'aprobation des plus habiles Architectes: on les trouvera peut-être trop riches, pour être employées à des Villes de Guerre; mais, je pourrois dire que la dépense n'a jamais effrayé nos Roys, puisqu'à Lille, & à Maubeuge, & à plusieurs autres Places, on y voit des Portes qui sont au moins aussi magnifiques que celles-ci. PLANCH. 16 & 17.

Les Portes se ferment ordinairement par un Pont qu'on peut lever & baisser de plusieurs manieres: la plus ancienne, & qui est encore en usage en bien des endroits, est celle qui se fait avec une bascule qui est composée de plusieurs piéces de Charpente, & principalement de deux flêches, aux extrêmités desquelles il y a des chaînes qui sont attachées au tablier du Pont pour lui donner le mouvement, comme on le peut voir dans la deuxiéme Figure de la Planche 18. On n'en fait plus ainsi aux Places neuves, parce que les flêches font voir de loin quand le Pont est levé ou baissé, & que le Canon de l'ennemi peut facilement les rompre, par conséquent faire baisser le Pont sans que ceux de la Place puissent l'empêcher: un autre défaut, c'est qu'on est obligé de couper les plus beaux ornemens du frontispice de la Porte pour loger les flêches, comme on le peut remarquer à la façade dont nous parlons. PLANCH. 18. FIG. 2.

L'on s'est servi dans quelqu'endroit d'une autre sorte de Pont-Levis, dont les flêches ne paroissent point en dehors de la Place: tel est celui qui est répresenté dans le premier Profil, qui montre que la flêche *BD*, tourne sur ses tourillons à l'endroit *C*, de maniere que la chaîne *AB*, étant d'un côté bien arrêtée au tablier *A* du Pont, & de l'autre à l'extrémité *B* de la flêche, on tire la chaîne *DE* pour baisser la bascule, tandis que l'extrêmité *B* décrit l'arc *BG*, l'extrêmité *A* du Pont décrit l'arc *AF*; ce Pont auroit son mérite, si, pour loger les flêches, il ne falloit un trop grand espace qui rétraissit beaucoup le passage du Rempart au-dessus de la Porte, ce qui peut gêner le charroy du Canon & les autres services du Rempart: d'ailleurs, on ne peut voûter le dessus de la Porte, à moins qu'on ne fasse une Voûte extrêmement élevée, qui ne conviendroit point, parce

Digitized by Google

que le bâtiment de dessus seroit trop en vûë aussi-bien que la façade. Cependant, c'est une necessité que le passage des Portes soit couvert à l'épreuve de la bombe, pour prévenir les accidens qui pourroient arriver en tems de Siége, puisqu'il n'en faudroit qu'une pour y causer un grand desordre.

PLANCH. 13. Le Profil, qui est sur la Planche 13, represente une fermeture de Portes meilleure que la précédente; à l'extrêmité *I* du tablier est une chaîne *IG* de chaque côté, qui étant attachée par l'un de ses bouts, l'autre va passer sur deux poulies *G* & *F*, & est arrêtée ensuite à l'endroit *K* de la Porte *HK*, qui est suspenduë en l'air quand le Pont est baissé, & se ferme quand le Pont est levé en tournant sur des tourrillons *H*: car tandis que le Pont en se levant décrit l'arc *IG*, la Porte décrit l'arc *KL*, ce qui se fait en tirant la chaîne *KE* vers *L*; &, pour juger encore mieux comme se ferme cette Porte, il n'y a qu'à jetter les yeux sur le Profil qui est coupé sur la largeur *CD*, on y verra les poulies *Mm*, & la disposition de leur crapaudines: j'ajouterai, qu'on pratique un Guichet dans la Porte, afin que lorsqu'elle est baissée on puisse aller fermer les verroux de la bascule.

Comme il y a long-tems qu'on s'est aperçû que les Ponts-Levis à flêches étoient sujets à plusieurs inconveniens, on les a fait à bascule comme on le voit dans le Profil qui est sur la Planche 15; ce Pont est composé de plusieurs poutrelles, comme *IF*, qui ont environ 28 pieds de longueur. Une partie de ces poutrelles, étant recouverte de madriers, composent par leur assemblage le tablier *HF*, & le reste comme *HI*, (qui est ce que l'on nomme *bascule*) sert de contre-poids pour donner le mouvement au Pont par le moyen des tourrillons qui sont à l'extrêmité d'une bare de fer, qui, étant entretenuë avec les poutrelles, traverse toute la largeur de la Porte à l'endroit du sole: cette bascule est logée dans une cave que l'on nomme aussi *Cage de la bascule*, qui est couverte par un Pont dormant composé de poutrelles & de madriers. Quand on met le Pont-Levis en mouvement, la bascule décrit l'arc *IK*, tandis que le tablier décrit l'autre *FG* pour descendre dans la cave; on fait un escalier pratiqué dans l'un des piés-droits, comme il est figuré au Plan de la Porte qui répond au Profil dont nous parlons.

On ne fait plus presentement de ces sortes de Ponts, parce qu'à le bien prendre ils sont encore plus défectueux que les autres à flêches; car la cage est d'une grande depense, & affoiblit beaucoup le mur de face: ils sont sujets à des réparations continuelles, & difficiles à manœuvrer. Un autre inconvenient, c'est que la cage qu'il

faut

Digitized by Google

faut faire pour loger la bascule ne peut avoir lieu qu'aux Places dont les Fossés sont à sec, car s'ils étoient inondés, il faudroit que le rez-de-Chaussée de la Porte fut au moins de 15 pieds au-dessus du niveau des plus hautes eaux; autrement, elle pénétreroit dans la cave, en dégraderoit la maçonnerie, & causeroit une grande difficulté de hausser & baisser le Pont, sur-tout en hyver, où venant à se gêler, la bascule pourroit se trouver prise.

On presenta en 1708. à *M. le Pelletier de Soufy*, pour lors Directeur General des Fortifications de France, un modele de Pont-Levis fort ingenieux, qui a été executé à *Givet* en 1716.

Si l'on jette les yeux sur le troisiéme Dessein de la Planche 18, l'on verra que le tablier *B*, se léve par le moyen de deux flêches qui ont 12 ou 13 pieds de longueur, sur 10 à 11 pouces de grosseur au milieu, revenant à 8 & 9 par les bouts; elles sont traversées par le milieu d'un axe de fer d'environ deux pouces quarrés, & de 16 à 18 pouces de longueur: les deux bouts qui excedent la flêche sont arrondis sur 3 à 4 pouces de longueur & tournent sur deux crapaudines, dont l'une est posée au milieu du tableau de la Porte au point *G*, & l'autre faite en *S*, passe au-devant de la flêche comme le marque le Profil au même point *G*, laquelle est attachée par un Goujon de fer à chacune de ses extrêmités & scellée en plomb dans la partie du tableau la plus avancée; ces Goujons sont faits en vis par leur extrêmité pour recevoir un écrouë semblable à ceux que l'on met aux essieux des Carrosses, afin de pouvoir démonter les flêches lorsqu'il faut les renouveller.

Planch. 18. Fig. 3.

Les deux fleches sont liées au tablier du pont *B*, & à la bascule *H*, par deux barreaux de fer arrondis, ou à pans, qui ont leur mouvement à chaque extrémité dans des œüillets, ou par des doubles charnieres, de sorte que tirant la chaîne *I*, à mesure que la bascule descend & tourne sur les tourillons *K*, le pont monte jusqu'à ce que tout ait pris une situation verticale. Quoique ce mouvement soit plus composé que celui des bascules ordinaires, il n'a pas laissé de fort bien réussir à *Givet* & à *Toul*, où on l'a mis en œuvre: mais ce pont, que l'on nomme *Zigzague*, n'est pas d'une invention nouvelle, comme on l'a voulu insinuer à Mr. Pelletier; il s'en trouve de semblables en plusieurs Villes d'Allemagne, qui y on été construits depuis long-tems, entr'autres *à Hambourg & à Lubec*.

Nouvelle maniere de Pont-Levis.

Aprés avoir examiné les differentes sortes de Ponts qu'on a ima-

Planch. 20.

Digitized by Google

imaginé pour fermer les Portes des Villes, j'ai cherché si je ne trouverois pas quelque moyen plus simple que ceux que je viens de rapporter: car, à mon sens, ce n'est point assés de faire la description des choses qui sont en usage; ceux qui se mêlent d'écrire sont dans une espece d'obligation de travailler à les perfectionner: autrement, les arts ne font point de progrés; les livres se multiplient, sans que ceux qui les lisent en deviennent plus éclairés. Pour entendre parfaitement le Pont que j'ai imaginé, il est à propos que j'expose le raisonnement que je me suis fait à moi-même: le voici.

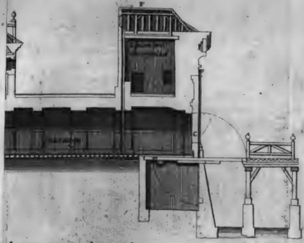
Voyez la Figure qui est au bas de la Planche 20.

L'on supose que *AB* est un levier sans pesanteur, dans le milieu duquel on a suspendu un poids *D*, qu'on regardera comme réuni au point *C*; qu'une des extrêmités *B* peut tourner au tour d'un point fixe; qu'à l'autre extrémité *A*, l'on a attaché une corde, qui va passer sur deux poulies *E* & *F*, pour soutenir un poids *G*, qui est en équilibre avec celui du levier; enfin, que la verticale *BE*, est égale à la longueur *BA*.

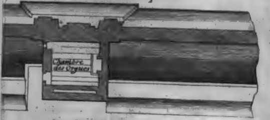
Pour que le poids *G* soit en équilibre avec celui qui répond au point *C*, il faut, selon les principes de la mécanique, que la pésanteur de l'un soit à celle de l'autre dans la raison réciproque des perpendiculaires, tirées du point d'apui *B*, sur les lignes de direction *AE* & *CD*, ainsi le poids *G* doit être au poids *C*, comme *BC* est à *BI*, c'est-à-dire, comme le côté d'un quarré est à sa diagonalle, par consequent l'on pourra, quand on le jugera à propos, à la place des poids *G* & *C*, prendre les lignes *BC* & *BI*, puis qu'elles sont dans le même raport. Or si l'on donnoit au levier *AB* une situation oblique *KB*, il est constant que l'équilibre seroit rompu, puisque le poids *D*, n'agissant plus selon une direction perpendiculaire au levier *KB*, ne fera pas tant d'effort qu'auparavant, pour contrebalancer l'action du poids *G*, c'est pourquoi ce dernier descendra le long de la verticale *FH* avec précipitation, tant que le point *K* soit parvenu en *E*, ce qui ne peut arriver autrement, à moins que le poids *G* en descendant ne rencontre des obstacles qui diminuent l'action de sa pesanteur absoluë: si ces obstacles étoient causés par des plans inclinés, dont les differentes inclinaisons fussent proportionnées aux sinus des angles, comme *MLB* qui deviennent toûjours plus petits, à mesure que le levier approche de la verticale, il est certain que ces plans inclinés causeront l'équilibre du poids *D* avec le poids *G*, dans quelque situation que soit le levier; mais, pour que cela arrive, il faut que les plans changent à tout moment, & que chacun en particulier comprene un espace infiniment petit, d'où il s'ensuit qu'ils formeront

Digitized by Google

la longueur de la porte. La S.^{ce} des Ing.^{rs} liv. IV. pl. 18. pag. 40.



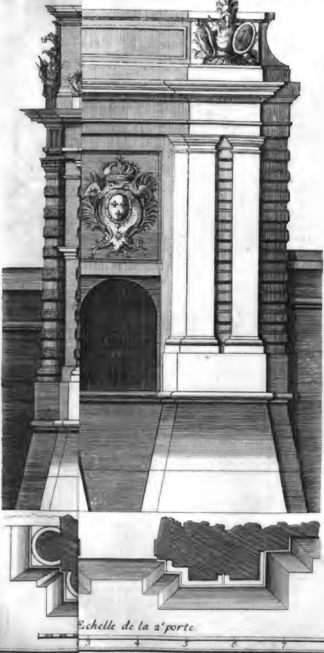
du rempart au dessus de la porte.



interrieure de la porte.

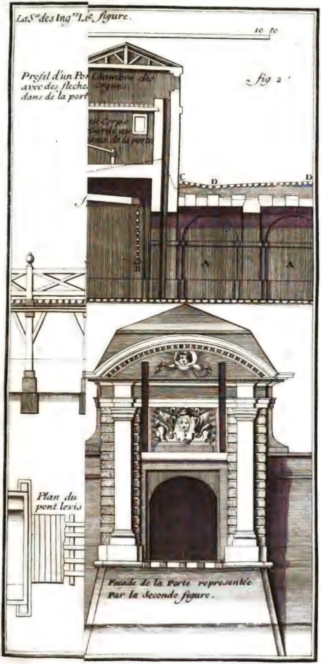
Digitized by Google

Comte Thomassin Com.^{re} d'artill.^e del.



Digitized by Google

Digitized by Google



Facade de la Porte representée
Par la Seconde figure.

Digitized by Google

ront tous ensemble une courbe *YSVX*, ainsi la question se reduit à savoir, comme il faut construire cette courbe, pour que les deux poids soient toûjours en équilibre, dans toutes les situations où se peut trouver le levier, en venant de *A* en *E*.

Remarquez que quand l'extremité *A* du levier *BA*, décrira le quart de cercle *ANE* en venant joindre le point *E*, l'extrémité *C* de la ligne *BC*, décrira le quart de cercle *CQ*; or quand le point *A* sera parvenu en *K* & en *N*, le poids *C* sera parvenu en *L* & en *O*, & monté d'une hauteur exprimée par les perpendiculaires *LM* & *OP*, qui sont les sinus des angles formés par le levier & le rayon *AB*; on peut donc dire que tous les sinus du quart de cercle *CQ*, en commençant depuis le plus petit, exprimeront de suite le chemin que le poids *C* fera dans le tems que l'extrémité *A* du levier parcourra les points du quart de cercle *ANE*; mais il suffit pour que les deux poids *L* & *G* soient en équilibre, dans la situation où est le levier *KB*, que l'élevation *ML*, du premier, soit à la descente verticale *YR* du second, en raison reciproque de la pesanteur absoluë de ces deux poids *: & comme la même chose doit arriver dans toutes les autres situations du levier & du poids *G*, puisque leur mouvement dépend toûjours l'un de l'autre, quand le poids *C* sera en *O*, & le poids *G* en *V*, l'on aura encore que le poids *G* est au poids *O*, comme l'élevation *OP* est à la descente verticale *YT*; & si à la place des poids *C* & *G*, on prend les lignes *BI* & *BC*, qui sont en même raison, on pourra connoître le raport de tous les sinus, comme *LM* & *OP*, avec les verticales *YR* & *YT*: d'un autre côté il sera aisé de déterminer les perpendiculaires *RS* & *TV*, pour avoir les points *S* & *V* de la courbe; puisque la distance du centre de la poulie *F* à chaque point *S* & *V*, sera toûjours égale à la difference de la longueur, de la corde comprise depuis *A* jusqu'en *G*, aux parties *KEF* & *NEF*, qui diminuent toûjours à mesure que le levier aproche de la verticale; ainsi nous avons tout ce qu'il faut pour construire la courbe qui sera geometrique, puisque nous n'employons dans sa construction que des grandeurs, dont la relation est connuë: & comme ce sont les sinus qui designent le raport de ces grandeurs, il m'a paru que pour donner un nom à la courbe, qui fût tiré de sa génération même, il étoit naturel de l'appeller *la Sinusoide*.

* Voyez le Cours de Mathematiq. art. 799. & 800.

Construction de la Sinusoide.

Il faut d'abord diviser le quart de cercle *CQ*, en un grand nombre

bre de parties égales, par chaque point de division comme *L* & *O*, abaisser les perpendiculaires *LM*, *OP*, &c. sur le demi diamêtre *CB*, tirer les rayons *BK*, *BN*, &c. aussi bien que les lignes *KE*, *NE*, &c. ensuite chercher aux lignes *BC*, *BI*, & au sinus *LM*, (que nous regarderons comme le plus petit de tous), une quatriéme proportionnelle que l'on portera sur la verticale *FH*, en commençant du point *Y*, qui répond immediatement au-dessous du poids *G*, & suposant que *YR* soit égale à la quatriéme proportionnelle qu'on vient de trouver, on élevera au point *R* la perpendiculaire *RS* indefinie; on cherchera de même aux lignes *BC*, *BI*, & au sinus *OP*, (que nous suposons suivre immediatement le plus petit *LM*,) une quatriéme proportionnelle qu'on portera depuis *Y* jusqu'en *T*, & on élevera encore la perpendiculaire *TV*.

Le triangle *CBI* étant rectangle & izocelle, il sera bien aisé de trouver toutes les quatriémes proportionnelles dont nous avons besoin; car si l'on prend chaque sinus comme *LM* ou *OP*, pour le côté d'un quarré, la diagonalle de ce quarré sera quatriéme proportionnelle aux lignes *BC*, *BI*, & au sinus qu'on aura pris pour côté du quarré, ce qui est bien évident à cause des triangles semblables.

Après qu'on aura toutes les perpendiculaires, comme *R*, *S*, *T*, *V*, &c. on tirera une ligne *d e*, égale à la longueur de la corde *AEFG*, l'on prendra dans cette ligne (en commençant de l'extrémité *d*,) la partie *df*, égale à la distance du centre de la poulie *F* au poids *G*, c'est-à-dire, égale à cette partie de la corde qui est paralelle à la verticale *FH*, quand le levier *AB* est horisontal; on prendra la difference de la ligne *KE*, qui répond au rayon de la premiere division à la ligne *AE*, & on portera cette difference depuis *f* jusqu'en *h*, alors on prendra la longueur *d h* avec un compas, pour décrire un arc qui aura pour centre celui de la poulie *F*, & cet arc venant couper la perpendiculaire *RS*, donnera le point *S* qui est un de ceux de la courbe, par le moyen duquel on aura l'ordonnée *S a* & son abcisse *Y a*; de même prenant la difference des lignes *NE* & *AE*, pour la porter de *f* en *j*, si l'on ouvre le compas de l'intervale *d j*, & que du centre *F* de la poulie, on décrive un arc qui vienne couper la perpendiculaire *TV*, on aura un autre point *V* de la courbe, qui donnera l'ordonnée *V b* & l'abcisse *BIY*; enfin le point *N* étant parvenu en *E*, toute la ligne *AE* pourra être prise pour sa difference avec zero, & le portant depuis *F* jusqu'en *K*, ouvrant le compas de l'intervale *d K*, on décrira du centre ordinaire, un arc qui venant rencontrer la derniere perpendiculaire *b X*, donnera le point *X* qui sera celui de la courbe, où va se ter-

miner le poids *G*, quand le levier *AB* eſt vertical.

Je croi qu'il n'eſt pas beſoin de dire, que, pour tracer la courbe avec beaucoup de juſteſſe, il faut prendre les ſinus bien près les uns des autres, afin d'avoir un grand nombre de points comme *S*, *V*, &c. Il eſt à propos de remarquer, que la plus grande ordonnée *ZX*, ou *TH*, de la courbe, eſt égale à la perpendiculaire *BI*, c'eſt-à-dire au côté du quarré, dont la diagonalle ſeroit de même longueur que le levier *AB*, car comme la ligne *TH* ſera la plus grande de toutes les quatriémes proportionnelles, qu'on aura été obligé de chercher pour tracer la courbe, on ne l'aura trouvée que lors que le levier *AB* ſera vertical, & alors comme il formera un angle droit avec l'horiſontal, le ſinus de cet angle ſera égal au rayon *BQ*, par conſequent l'on aura *BC*, *BI* : : *BQ*, *TH*; mais comme dans cette proportion les deux antecedens *BC* & *BQ* ſont égaux, étant rayon d'un même cercle, les deux conſequent *BI* & *TH* le ſeront donc auſſi.

Par cette Remarque on pourra toûjours (connoiſſant la longueur du lévier *AB*,) ſavoir à quel point de la verticale *FH* ira ſe terminer la baſe *HX* de la Sinuſoide, quand on aura déterminé la poſition du point *T*, où cette courbe doit prendre ſon origine.

L'on remarquera encore que tout ce qu'on vient de dire peut s'apliquer aux Ponts-Levis; car le lévier *AB* peut être pris pour le profil du tablier qui tourne autour de ſes tourillons *B*, & dont la péſanteur eſt réünie au centre de gravité *C*, ainſi il ne s'agit plus que d'executer tout ce qui doit en faciliter le mouvement, & c'eſt ce que lon va voir dans l'Aplication ſuivante.

Aplication de la Sinuſoide aux Pont-Levis qui ſervent à fermer l'Entrée des Villes.

Ayant déterminé la largeur *IK* de la porte, qui eſt comme nous l'avons dit de 9 pieds ou 9 pieds & demi, il faut à droit & à gauche reculer les piés-droits de la Voûte d'environ 4 pieds au-delà des tableaux *IG* & *KG*, afin de pratiquer deux niches pour y loger les couliſſes *BF*, le long deſquelles doivent rouller les poids qui ſerviront à donner le mouvement au Pont que nous nommerons par la ſuite *poids de baſcule*. L'élevation d'une des couliſſes eſt repreſentée au profil de la porte où l'on voit que la courbe *STE*, n'eſt autre choſe que la *Sinuſoide* executée en Maçonnerie. Ce profil montre auſſi que le poids de baſcule *D*, eſt attaché à une chaîne qui paſſe ſur deux poulies *B* & *A*, pour aller joindre le chevet *C*, du Pont.

Digitized by Google

Car l'on doit concevoir que derriere les tableaux de la Porte, on a ménagé des fentes dans la maçonnerie pour y placer les poulies, afin que la chaîne, qui doit donner le mouvement au Pont, puiſſe aller & venir librement; c'eſt pourquoi l'on ſupoſe que cette chaîne eſt ronde. On remarquera auſſi que le chevet doit être plus long que le Pont n'eſt large, afin que les chaines qui ſont à ſes extrêmités ſe trouvent vis-à-vis des poulies.

Si les poids de baſcule ſont en équilibre avec le Pont, il eſt certain que par la propriété de la Sinuſoide à quelque point qu'on voudra du quart de cercle *CR*, le Pont reſtera toûjours immobile en allant de *C* en *R*, ſans que les poids l'entraînent, puiſqu'ils demeureront eux-mêmes en repos aux endroits des couliſſes où ils ſe trouveront, par conſéquent il ſuffira que l'on aide tant ſoit peu les poids à vaincre le frotement pour que le Pont ſe lêve, ſans être obligé d'employer une force conſidérable pour lui faire décrire le quart de cercle *CR*, ce qui ſe fera d'un mouvement uniforme ſans ébranlement ni ſecouſſe, de même quand on voudra le baiſſer, on n'aura qu'à pouſſer le tablier pour le faire deſcendre, enſuite paſſer deſſus pour l'aller arrêter ſur le dernier chevalet du Pont dormant avec les verroux.

Comme mon deſſein n'eſt pas que l'on touche aux poids de baſcule, par la difficulté qu'on auroit d'y atteindre, il n'y a pas de moyen plus ſimple pour obliger ces poids de deſcendre, que d'accrocher deux chaînes au Pont environ à 3 pieds en deça du chevet, dont chacune ira paſſer ſur une poulie ſituée au milieu des tableaux de la porte & élevée de 9 pieds au-deſſus du rez-de-Chauſſée; de ſorte que quand on voudra fermer la porte, il ſuffira qu'il y ait un homme qui tire chaque chaîne pour lever le Pont, dont le mouvement eſt ſi naturel, qu'il ſeroit inutile d'en parler davantage: ainſi je paſſe à pluſieurs détails qu'il eſt neceſſaire d'expliquer, afin de ſavoir comme on pourra connoître la peſanteur des poids de la baſcule, leur groſſeur, la grandeur des couliſſes, & les autres circonſtances eſſentielles à l'intelligence de ce Pont.

La premiere choſe qu'il faut ſavoir, c'eſt qu'un pied cube de bois de chêne péſe 60 liv. & qu'un pied cube de fer en péſe 580; ainſi examinant quelles ſont les dimenſions des piéces qui doivent compoſer la charpente du Pont, il ſera aiſé de connoître combien il y entre de pieds cubes de bois, par conſéquent combien cette charpente doit péſer. Si l'on fait le chevet plus long qu'à l'ordinaire, afin que les chaînes qui doivent être attachées à ſes extrêmités ſe trouvent directement vis-à-vis les poulies, il faudra lui donner 14 pieds
de

de longueur sur 10 à 10 pouces, pour que cette piéce, qui a un grand effort à soutenir quand on met le Pont en mouvement, ne soit point en danger de se rompre par la suite.

La piéce des tourillons se fait toûjours de 10 pieds de longueur sur 10 à 10 pouces de grosseur: il a six soliveaux de 12 pieds de long sur 5 à 6 pouces de grosseur servant à porter le plancher du Pont, qui est composé de madriers de deux pouces d'épaisseur, & qui couvre un espace de 12 pieds de longueur sur 10 de largeur; & tout cela ensemble compose la charpente du tablier, qui monte à 51 pieds 8 pouces 4 lignes cubes, qui étant multiplié par 60, donne 3102 l. pour la pésanteur de la charpente: surquoi il est à remarquer, que le chevet ayant plus de pésanteur que la piéce des tourillons, les extrêmités du Pont ne sont point égales, ainsi on ne peut pas regarder 3102 liv. comme un poids qui puisse être réüni au centre de gravité du Pont, c'est-à-dire dans le milieu de sa longueur. Il faut donc voir à quoi peut aller cette difference qui sera facile à connoître; car le chevet contient 9 pieds 8 pouces 8 lignes cubes, & la piéce des tourillons ne contient que 6 pieds 11 pouces 8 lignes, par conséquent la difference est de 2 pieds 9 pouces dont la pésanteur monte à 165 liv. or ces 165, étant à l'extrêmité du lévier, font deux fois plus d'effet par raport au point d'apui, que s'ils étoient dans le milieu du même lévier, c'est pourquoi il faut augmenter 3102 liv. de 165 liv. & alors la pésanteur de la charpente réünie au centre de gravité sera de 3267 liv.

Pour conserver le plancher des Ponts Levis, on le recouvre de barres de fer de 7 pieds de longueur posées tant plain que vuide, elles ont un peu plus de deux pouces de largeur, & il y en entre ordinairement 32, & comme chacune est attachée avec 4 crampons, au lieu de 7 pieds de longueur, nous leur en suposerons 7 & demi, afin d'y comprendre les crampons, ainsi ces 32 barres feront ensemble 240 pieds de long, à quoi il faut encore en ajoûter 6 autres de chacune 6 pieds de long qui se mettent au-dessous du tablier pour lier le chevet & la piéce des tourillons avec les poutrelles, ce qui fait en tout 276 pieds; & le poids d'un pied de ces sortes de barres étant de 3 liv. elles péseront donc ensemble 828 liv. qui étant ajoûtées avec le poids de la charpente, l'on aura 4095 liv. pour la pésanteur totale du Pont réüni au centre de gravité.

Présentement, il sera aisé de connoître la pésanteur des poids de bascule; car l'on sait que la pésanteur du Pont est à celle des poids de bascule dans l'état d'équilibre, comme la diagonale d'un quarré est au côté du même quarré, ou, ce qui revient au même, comme le si-

Digitized by Google

nus de l'angle droit est à celui de 45 degrés, ainsi on dira si 100000 donnent 70710, que donneront 4095 liv. pésanteur du Pont pour celle des poids, que l'on trouvera de 2895 liv. dont la moitié qui est 1447, sera la pésanteur que doit avoir chaque poids; mais comme pour avoir égard au frotement, il vaut mieux les faire plus pésans que trop légers, à cause qu'on ne peut pas les augmenter, au lieu qu'il n'y a point d'inconvenient de surcharger le Pont s'il se trouvoit au-dessous de l'équilibre, il est à propos, en faveur de toutes ces considérations, d'augmenter chaque poids de 100 liv. c'est-à-dire de les faire de 1547 liv. au lieu de 1447. Je n'ai pas dit que les poids de bascule devoient être cilindriques; car l'on s'imagine bien qu'on ne peut leur donner une figure qui convienne mieux pour rouler facilement le long des coulisses: il s'agit donc de savoir qu'elle sera la valeur de l'axe de ces cilindres, ou celle du diamètre de leur base, qui est la même chose; car je supose ces deux lignes égales, afin que les poids ayent moins de volume.

Sachant qu'un pied cube de fer pése 580 liv. commençons par chercher quel est la pésanteur du cilindre qui seroit inscrit dans un pied cube: pour cela, il faut remarquer que ces deux solides, ayant la même hauteur, seront en même raison que leur base, par conséquent comme le quarré du diamêtre d'un cercle est à la superficie du même cercle, ou si l'on veut comme 14 est à 11; il faut donc dire, comme 14 est à 11, ainsi 580 pésanteur d'un pied cube de fer, est à celle du cilindre inscrit, qu'on trouvera d'environ 456 liv.

Les cilindres semblables étant dans la raison des cubes de leur axe, on pourra dire si un cilindre de 456. liv. dont le diamêtre de la base & l'axe sont chacun d'un pied, donne 1728 pouces pour le cube de son axe; combien donnera 1547 liv. pésanteur d'un autre cilindre semblable au précédent pour le cube de son axe, on trouvera 5862 pouces, dont extrayant la racine cube, elle sera de 18 pouces qui est la valeur de l'axe que l'on demande; il n'y a donc pas de difficulté à avoir les poids de bascule dans la juste proportion qui leur convient, puisqu'on n'a qu'à demander aux Forges où l'on coule le fer, deux poids pésants chacun 1547 liv. dès qu'on leur donnera pour base un cercle de 18 pouces de diamêtre, & pour axe une ligne égale à ce diamêtre.

J'ajouterai que ces poids doivent être percés dans le milieu par un trou d'un pouce en quarré, afin qu'on puisse y passer un essieu qui serve à entretenir la chape qui doit en faciliter le mouvement le long des coulisses. Cette chape est figurée sur la planche où elle accompagne le poids qui est designé par la Lettre *V*: si je dis qu'il faut faire

cet

Digitized by Google

cet essieu quarré plûtôt que rond, c'est qu'il me semble que pour diminuer le frotement, il vaut mieux que les extrêmités de l'essieu étant arrondies tournent avec le poids dans la chape, que si le poids tournoit autour de l'essieu.

Les coulisses seront construites de pierres de taille les plus dures que l'on pourra trouver, leur longueur doit être de 4 pieds & demi ou 5 pieds & leur largeur de 18 pouces sur autant d'épaisseur, les coulisses y seront creusées d'environ 6 ou 7 pouces de profondeur terminées par 2 bordures de 8 pouces d'épaisseur, pour entretenir le poids & les obliger à faire toûjours le même chemin.

Dans le fond de chaque coulisse on y mettra deux barres de fer plattes qui seront la même courbure que la Sinusoide; c'est sur ces barres que rouleront les poids afin de diminuer le frotement qui sera bien moins considérable, que si la surface des cilindres touchoit par tout en roulant: d'ailleurs, ces barres serviront encore à empêcher que le frotement n'use la pierre; &, pour que les poids ne la touchent en aucun endroit, il est également nécessaire d'apliquer des bandes de fer contre les bords des coulisses, le long desquelles les deux cercles ou bases de chaque cilindre puissent glisser sans jamais s'accrocher, & il suffira qu'entre l'un & l'autre il y ait 2 ou 3 lignes de jeu afin que le poids roule toûjours dans le même espace sans qu'il puisse s'écarter d'aucun côté. Suposant donc que les barres qui seront apliquées contre les bordures ayent chacune 3 lignes d'épaisseur cela fera 6 lignes pour les deux, lesquelles étant ajoutées avec l'axe du poids de bascule, c'est-à-dire avec 18 pouces, ou si l'on veut avec 18 pouces 4 lignes, en y comprenant 4 lignes qu'il faudra donner pour le jeu des poids, on aura 18 pouces 10 lignes, qui est exactement la largeur que les coulisses doivent avoir: ainsi, de quelque pésanteur que soient les poids, dès qu'on en connoîtra l'axé, on saura au juste (en prenant garde à toutes ces petites circonstances) la largeur dans œuvre qu'il faudra donner aux coulisses.

Donnant 18 pouces 10 lignes de largeur aux coulisses, & 8 pouces d'épaisseur à chaque bordure, cela fait environ 3 pieds en tout, qui étant pris sur la longueur de 4 pieds & demi ou 5 pieds que doivent avoir les pierres qui serviront à la construction des coulisses, il restera un bout d'un pied & demi ou deux pieds, qui doit être engagé avec la maçonnerie des piés-droits contre lesquels les coulisses seront adossées, cette précaution étant nécessaire pour rendre l'ouvrage plus solide. Il conviendroit même d'avoir des pierres de deux sortes de longueur, les unes de 5 pieds, les autres de 5 & demi, afin de les engager alternativement de 2 pieds & de 2 pieds & de-

Digitized by Google

& demi: à l'égard des autres bouts qui paroîtront en dehors, il faut qu'ils soient bien maçonnés les uns contre les autres & cramponez avec des crampons de fer coulés en plomb, observant de poser des crochets de 2 pieds en 2 pieds dans les joints des pierres au-dessus des bordures de chaque coulisse, ensorte que ces crochets se répondent, afin que quand il y aura quelque réparation à faire aux coulisses, aux poids de bascule, aux chaînes, ou aux poulies, on puisse en posant des planches sur ces crochets, donner la facilité aux ouvriers de monter & de descendre le long des coulisses.

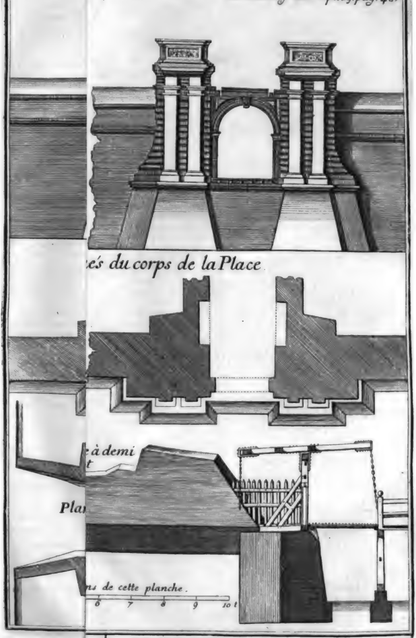
Pour construire les coulisses de maniere qu'elles forment une courbure qui soit exactement celle de la Sinusoide, j'ajoûterai qu'il faut tracer cette courbe en grand & en faire 2 épures ou patrons avec des planches; dont l'un représente la convexité de la Sinusoide, & l'autre sa concavité; ce dernier est absolument necessaire aux ouvriers, pour les conduire dans la coupe des pierres, & pour les aider à les mettre en œuvre dans leur véritable situation.

Il est nécessaire que les niches soient fermées par des cloisons de madriers, afin que personne n'y touche; il suffira seulement d'y pratiquer une petite porte pour y entrer quand on le jugera à propos: ainsi le passage de la porte sera comme à l'ordinaire, sans qu'on voye rien de tout ce qui contribuera à donner le mouvement au Pont.

Je crois en avoir dit assés pour rendre sensible l'execution du Pont que je viens de décrire: je laisse aux habiles gens qui voudront le mettre en usage d'y faire les changemens qu'ils jugeront à propos; mais, comme tout ce qui a un air de nouveauté ne manque pas de rencontrer des censeurs, qui se font un plaisir de trouver des difficultés par-tout, dans les choses même les plus naturelles, on saura que peu de tems après avoir imaginé ce Pont, je l'ai fait executer à un Château dans le voisinage de la Fere, & que j'y ay suivi à peu de chose près tout ce qui vient d'être détaillé.

PLANCH. 19. On fait aussi des Ponts-Levis aux ouvrages de dehors, comme demi-Lunes, ouvrages à corne, &c. pour en fermer l'entrée: on les leve par le moyen des bascules à flêches, parce que n'étant pas nécessaire de couvrir avec des frontons les portes de ces sortes de passages, on n'aprehende point d'en couper l'Architecture, il suffit que l'entrée soit décorée par des Pilastres couronnés d'un entablement, comme on le peut voir dans les 3 premieres Figures de la Planche 19. qui conviennent fort quand les ouvrages détachés sont revêtus de maçonnerie jusqu'au parapet; mais, quand ils ne le sont qu'à demi, alors il est assés inutile d'y faire aucune décoration, on peut se contenter de faire porter la bascule par un chassis qui doit être

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

être situé sur la berme, comme je l'ai exprimé dans la quatriéme & cinquiéme Figure de la même Planche, que je ne m'amuserai point à expliquer, parce qu'elle ne contient rien qui ne soit facile à concevoir.

CHAPITRE SIXIE'ME.

Des Ponts dormans qui servent à faciliter l'Entrée des Villes de Guerre.

LEs Ponts dormans, que l'on fait pour passer les Fossés des Fortifications, sont toûjours de charpente, & élevés sur plusieurs chevalets qui sont posés sur des *Piles* de Maçonnerie *A*, dont la hauteur se régle sur la profondeur du Fossé: quelquefois dans les lieux marécageux, où on ne peut fonder des piles de Maçonnerie sans beaucoup de difficulté & de grandes dépenses, on se contente de planter des files de pieux d'une longueur suffisante, pour qu'une partie étant enfoncée à refus de mouton, l'autre qui reste en dehors soit assés élevée pour recevoir les chapeaux qui doivent être à peu près au niveau du rez-de-Chaussée.

Quand on n'a point de bois d'une assés belle longueur, on enfonce autant de files de pilots qu'on le juge necessaire, par raport au nombre des travées que doit avoir le Pont: ces pilots sont arrasés au niveau du fonds du Fossé par des tenons qui s'emmanchent dans le sole des chevalets. C'est ainsi que j'ai vû construire à St. Venant en 1709. celui qui est sur le grand Fossé de la Porte d'Aire. PLANCH. 20.

Le Pont, dont il est question presentement, est composé de plusieurs travées & chevalets dont on ne détermine point ici la quantité, parce que cela dépend de la longueur du Fossé où il doit être executé; chaque *Solle B*, qui ne porte point de bascule, a 22 pieds de longueur sur 10 à 12 de grosseur; celui *C*, qui porte le chassis de la bascule a 25 pieds de longueur sur 12 à 12 pouces de grosseur; sur chacune de ces soles, qui ne portent point de bascule, sont assemblés à tenons & mortoises 5 *Poteaux D*, avec deux *Liens boutans H*, terminés d'un *Chapeau E*.

Les poteaux ont 11 à 12 pouces de grosseur sur differentes longueurs, suivant les endroits où ils sont employés.

Le chevalet, qui porte la bascule du Pont-Levis, est construit de même, avec cette difference qu'il y a deux poteaux de plus, & que les

Digitized by Google

chapeaux ont 25 pieds de longueur sur 13 à 14 pouces de grosseur.

Sur tous les chapeaux *E*, il y a, d'un chevalet à l'autre, cinq cours de *longerons F*, de 11 à 12 pouces de grosseur, espacés entr'eux de distance égale, formant en tout une largeur de 14 pieds, & sont recouverts d'un *Plancher* de madriers *I*, de 4 pouces d'épaisseur, chevillés sur chaque longeron d'une broche de fer de 8 à 9 pouces de longueur, ébarbellée par les angles.

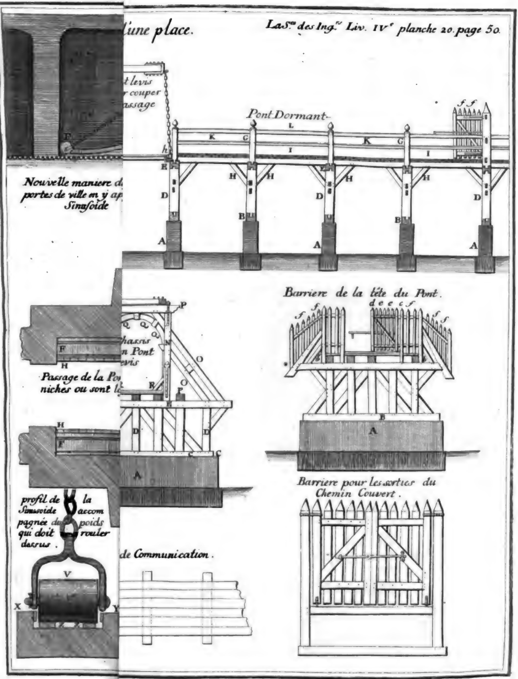
Sur ce premier plancher l'on en pose un second de 8 pieds de largeur seulement, & de 3 pouces d'épaisseur, qu'on apelle *redoublement*, sur lequel l'on attache quelque fois des barres de fer plattes autant plain que vuide, & de même longueur que les madriers.

L'on n'employe plus guére de redoublement, ni de barres de fer, pour conserver les Ponts dormans; on les couvre d'un pavé plus élevé dans le milieu qu'aux extrêmités pour l'écoulement des eaux; & alors l'on pose le long des poteaux montans des *gardes-pavé*, de 9 à 11 pouces d'équarrissage. Il est certain que ce pavé rend le Pont d'une bien plus longue durée, les réparations n'en étant pas si fréquentes qu'aux autres.

A l'extrêmité de la largeur du premier plancher, & sur les chapeaux *E*, l'on assemble à tenons & mortoises les *Poteaux montans G*, des gardes-foux de 7 pieds & demi de longueur compris les tenons sur 8 à 8 pouces de grosseur, terminez par une tête arrondie ou à pan avec une gorge & un quart de rond au-dessous, comme il est figuré au dessein: ces poteaux sont affermis chacun d'un *lien pendant M*, de 6 pieds de longueur sur 12 à 6 pouces d'épaisseur, *chamfrines* à un pied au-dessus du chapeau par un talon renversé, qui reduit la partie supérieure à 8 pouces de largeur pour affleurer le poteau des gardes-foux; ces poteaux sont liés ensemble par deux *cours de lisses*, *L* & *K*, dont la premiere *L* est appellée *lisse d'apuy*.

Le chassis de la bascule est composé de deux *poteaux montans N*, de 8 *liens enguette O*, d'un *chapeau P*, de 4 *liens ceintrés Q*, de deux *liens heurtoirs R*, & de 2 *femeles S*; les *poteaux montans N*, ont 14 pieds de longueur sur 13 à 14 pouces de grosseur élevés à plomb emmortoisés dans le *chapeau E*, sur lequel ils sont assemblés par les 4 *liens enguette O*, & arcboutés par les 4 autres qui sont assemblés dans les *femeles S*: ces 8 *liens enguette* ont 10 sur 12 d'épaisseur, & de differentes longueurs, suivant les endroits où ils sont employés; il faut seulement remarquer, qu'ils doivent faire avec le chapeau & la femelle où ils sont assemblés un angle d'environ 60 degrés.

La bascule est composée de deux *flêches T*, d'une *culasse V*, de deux *entre-*


d'une place.
La Sce des Ingrs Liv. IVe planche 20. page 50.
Pont Dormant
Nouvelle maniere d
portes de ville en y ap
Sinusoide
Barriere de la tête du Pont.
Passage de la Po
niches ou sont l
hassis
n Pont
evis
profil de la Sinusoide accompagnée du poids qui doit rouler dessus.
de Communication.
Barriere pour les sorties du Chemin Couvert.

Digitized by Google

entre-toises X & *T*, dont la derniere *T*, s'apelle *entre-toise* des *tourillons*, & qui doit être comme la culasse assemblée dans les flêches par un double tenon: l'on fortifie cet assemblage ordinairement par des *Croix de St. André Z*, & d'autres liens, tant pour la solidité de l'ouvrage, que pour donner du poids à la bascule & faire un équilibre à peu-près égal au Pont-Levis; je dis à peu-près, parce qu'il faut que la bascule soit au moins de 200 liv. plus légere que le tablier.

Les flêches ont 14 à 16 pouces de grosseur à la culasse revenant à 10 à 12 aux extrêmités, dont la partie qui excede l'entre-toise des tourillons *T*, est presque toûjours taillée à 8 pans: la culasse a aussi 14 à 16 pouces de grosseur, & les deux autres entre-toises *X* & *T*, un peu moins, c'est-à-dire, qu'elles affleurent toûjours la grosseur des flêches; à l'égard des Croix de St. André & des autres liens, ils sont d'un ou même de 2 pouces plus petits, suivant que l'on a besoin de poids pour l'équilibre.

Le *tablier* des Ponts-Levis est ordinairement composé d'une piéce qui porte les *tourillons* de 10 pieds de longueur sur 10 à 10 pouces de grosseur, d'une autre *b*, apellée *chevet*, & de 6 *soliveaux j*, de 12 pieds de longueur sur 5 à 6 pouces de grosseur, recouverts de madriers de 2 pouces, & redoublés de barres de fer autant plain que vuide.

Il y a des Ingénieurs, qui donnent quelques pouces moins en quarré au chevet qu'à la piéce des tourillons, & ne donnent pas tant de grosseur non plus au bout des soliveaux qui répondent au chevet; afin que le centre de gravité du tablier, n'étant point dans le milieu de sa longueur, mais plus près de la piéce des tourillons que du chevet, la bascule soit moins chargée & rende le mouvement du Pont plus doux: c'est en effet ce qui arrive quand on en use ainsi.

L'on fait, à la tête des *Ponts dormans*, une barriere sur le penultiéme chevalet, dont les poteaux sont comme ceux du chassis de la bascule des Ponts-Levis assemblés sur le chapeau du chevalet & affermis par deux *liens pendans a*, & deux autres liens *b*, plus quatre autres liens enguette sur l'interieur des poteaux semblables à ceux des bascules O, & qui ne sont pas figurés sur le dessein.

La barriere est assemblée à *claire voye* à 2 *vantaux*, chacun composé d'un *tournant c*, d'un *battant d*, & de 5 à 6 *épées* ou *barreaux e*, avec une *barre* & deux *traverses*, le tout de même hauteur: les tournans & battans *c*, & *d*, ont 7 pieds de hauteur sur 5 à 7 pouces de grosseur; les barres & traverses ont les mêmes grosseurs; & les

 bar-

Digitized by Google

barreaux *f*, tant de la barriere que des aîles, ont 3 à 4 pouces de grosseur, posés tant plain que vuide, & entaillés moitié par moitié dans les barres & traverses qui sont assemblées à tenons & mortoises dans les tournans & batans de la barriere.

Il se fait aussi des barrieres, pour fermer la sortie du chemin couvert des portes, aussi-bien que les places d'Armes qui sont répanduës dans les dehors; on en peut voir ici l'élevation. Cette barriere a 2 ventaux qui tournent sur des *pivots* & arrêtés par le haut avec des *collets* de fer aux poteaux qui servent à l'entretenir; ces poteaux ont 9 pieds & demi de longueur, & 8 sur 6 pouces de grosseur, tenus en raison par un *patin* de 7 pieds de long & de 7 à 8 pouces de gros, & assemblés par 2 *solles* de 8 à 9 pouces de grosseur, dont l'un doit être enterré de 2 ou 3 pieds, & l'autre posé au niveau des passages: les 2 ventaux de la barriere sont entretenus par des *traverses* & *contre-fiches* de 6 sur 7 pouces de gros, assemblés par entaille avec les barrieres par une profondeur de moitié par moitié; ces barreaux doivent avoir 5 sur 6 pouces de grosseur & apointés comme les pallissades.

Quand l'eau du fossé est dormante, ou qu'elle n'a qu'un cours paisible, les ponts se peuvent faire à peu-près semblables aux précedens; mais, s'il se rencontroit une riviere à l'entrée de la place, dont le courant fût rapide, il faudroit s'y prendre d'une façon toute differente, comme on le va voir.

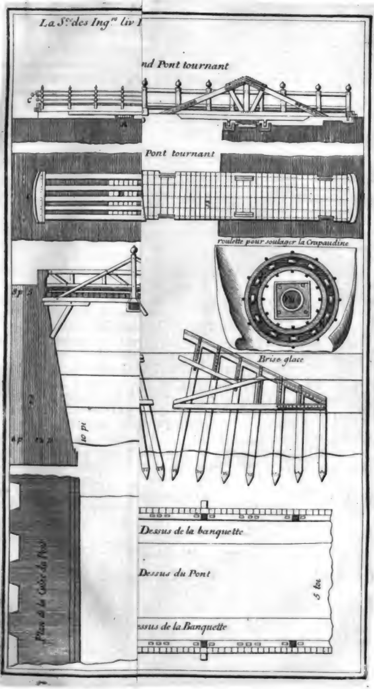
Les ponts dormans de charpente, qui servent au passage des rivieres, sont ordinairement construits comme celui qui est répresenté sur la Planche 21: mais de quelque façon que soit disposé l'assemblage de la charpente, on les éleve aussi haut que la navigation le demande; quant à leur largeur, elle doit être proportionnée à la grandeur des routes: on les éleve sur plusieurs *palées*, composées d'une ou deux files de pieux, & l'on a soin de faire une de leur travées assés large, pour que les plus grands bateaux puissent y passer librement.

PLANCH. 21.

Le nombre des pieux, qui compose chaque palée, est reglé par la largeur du pont, & l'on observe qu'ils ayent environ 3 pieds de distance par en bas, qu'on réduit en haut à un pied & demi, ou à deux pieds pour chaque vuide d'*entrevoux*, parce qu'ainsi on forme une maniere d'empatement qui resiste d'avantage aux efforts de l'eau, que si tous les pieux étoient perpendiculaires.

Quand on ne fait les travées que d'une file de pieux seulement, cela ne doit se pratiquer qu'aux ponts qui servent à traverser de petites rivieres; car, pour ceux qui sont sur des rivieres fort larges,

Digitized by Google


La Sc.e des Ingrs liv I
nd Pont tournant
Pont tournant
roulette pour soulager la Crapaudine
Brise glace
10 pi
Dessus de la banquette
Dessus du Pont
5 toi
essus de la Banquette
Plan de la Culée du Pont

Digitized by Google

larges, & dont le courant eſt rapide, les palées doivent être faites de 2 ou 3 rangs de files de pieux bien *coefés*, *liernés*, & *moiſés*, avec des *contre-fiches* à deux rangs, pour les entretenir comme dans la planche 22.

La plûpart de ces palées ſont pour l'ordinaire *contregardées* du côté *d'amont* par un *avant-bec* de pilotage en forme de *briſe-glace*, qu'on revêtit de planches par dehors, depuis les plus baſſes eaux de la riviere, juſqu'aux plus hautes des inondations, afin que lors que le courant charie des glaces & des arbres, les uns & les autres ayent moins de priſe ſur le corps des palées, & qu'ils ne faſſent que gliſſer.

PLANCH. 22.

Comme il peut arriver qu'en voulant planter des pieux pour former une palée, l'on rencontre du roc dans le lit de la riviere, poſitivement dans l'endroit où l'on en veut enfoncer; ſi l'on n'a pû faire des batardaux & les épuiſemens, enſorte qu'il reſte 5 ou 6 pieds d'eau, on ſera ſans doute embaraſſé dans un pareil cas, puiſqu'il n'eſt pas poſſible que des hommes tout couverts d'eau, puiſſent faire un trou de 3 ou 4 pieds dans le roc: pour ſurmonter une pareille difficulté, il faut faire deux tonneaux ouverts par les deux bouts, dont l'un ait 9 pieds de diamétre & l'autre 5, & que ces deux tonneaux ſoient deux pieds plus hauts que la profondeur de l'eau, l'on placera le plus grand dans la riviere à l'endroit où l'on veut percer, de maniere que le roc ſe trouve dans le milieu du tonneau, enſuite l'on enfoncera les douves de quelques pouces dans le lit de la riviere, & l'on chargera le deſſus du tonneau de façon que le courant ne l'ébranle point, après l'on mettra le petit tonneau dans le milieu du grand, & l'on remplira de terre glaiſe l'eſpace qui eſt entre deux, que l'on battra avec la demoiſelle, pour qu'elle faſſe un bon maſſif; enfin l'on vuidera l'eau qui ſera dans le petit tonneau, & l'on y introduira un ouvrier qui fera le trou qu'on s'étoit propoſé.

Mais, pour revenir à notre pont de charpente de la Planche 21, je crois qu'il eſt inuile de m'étendre ſur l'aſſemblage des pieces dont il eſt compoſé: je raporterai ſeulement les dimenſions de chacune; les plans, profils, & élevations, donneront l'intelligence du reſte.

Les *moiſes* ſont de differentes longueurs, & de 8 à 9 pouces de groſſeur.

Les *chapeaux* ſont de 6 toiſes de longueur chacun, & de 18 à 20 pouces de groſſeur.

Les *ſemelles* au-deſſus des chapeaux, ont chacune 16 pieds de longueur & 15 pouces de groſſeur.

 Les

Les *liens* ſous les ſemelles ont chacun 6 pieds de long, ſur 10 à 12 pouces de groſſeur.

Les *Poutrelles* des travées du pont, qui ne ſont pas dans le grand courant, ont ſix toiſes 4 pieds de longueur, ſur 14 à 15 pouces de groſſeur; & celles du grand courant ont 7 toiſes 4 pieds & demi ſur 15 à 16 pouces de groſſeur.

Le plancher du pont a 5 toiſes 5 pieds de largeur, ſur 3 pouces d'épaiſſeur.

Le redoublement du plancher entre les deux banquettes, a 3 toiſes de largeur, ſur 2 pouces d'épaiſſeur.

Les *ſeuilles* des banquettes ſont de toute la longueur du pont, & de 20 pouces de groſſeur.

Les ſolivaux des banquettes ont 6 pieds de long, ſur 8 pouces de groſſeur.

Le plancher des banquettes a 6 pieds de largeur, ſur 2 pouces d'épaiſſeur.

Les poteaux des garde-foux ont 6. pieds de long, ſur 8 & 10 pouces de groſſeur.

Les liens pendans ont 10 pieds de longueur, ſur 10 pouces par le bout, & 20 ſur le bout du chapeau.

Les *décharges* ou *jettées* ont chacune 20 pieds de longueur, ſur 8 à 9 pouces de groſſeur.

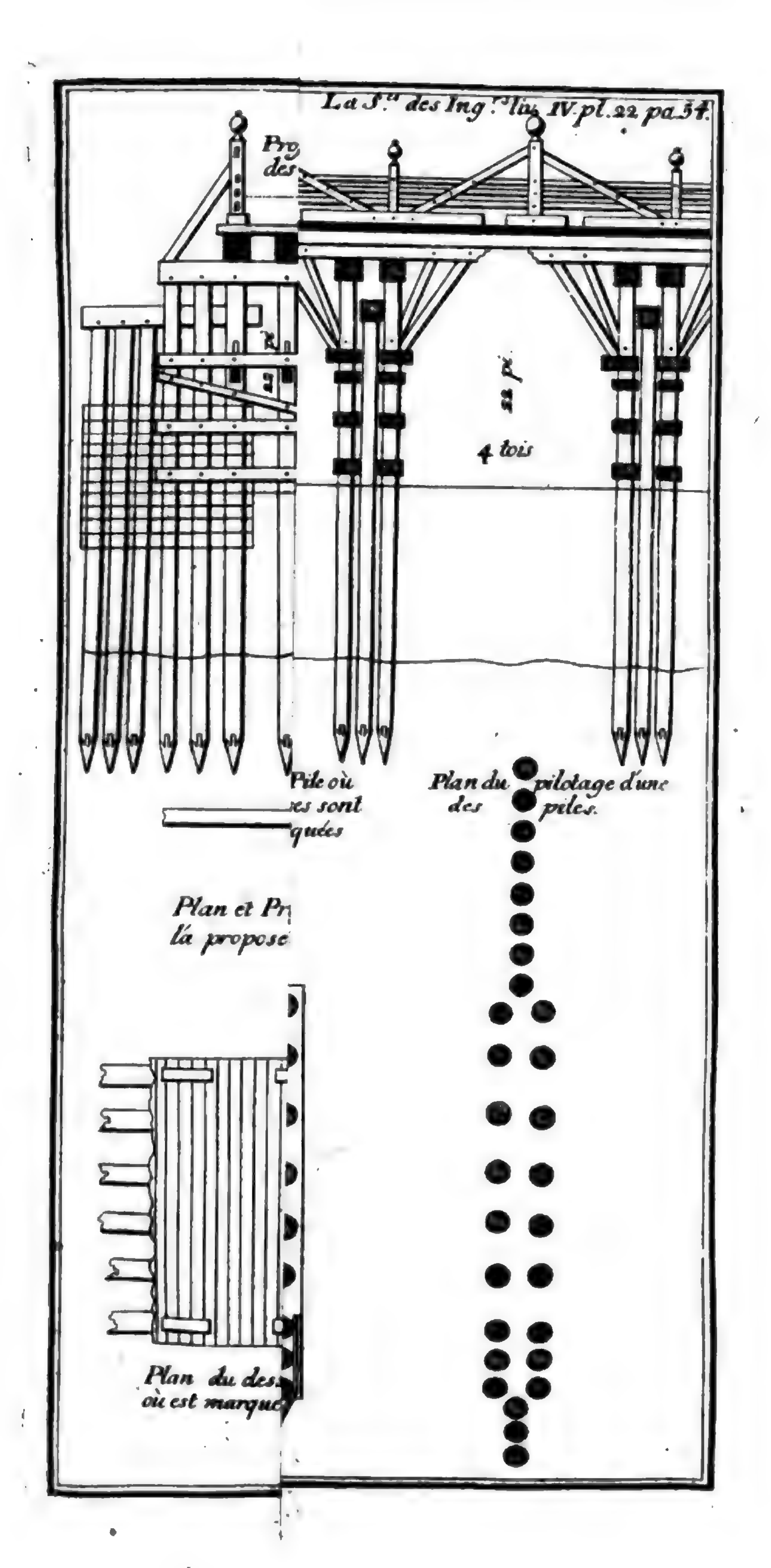
Les *garde-foux* ont 7 à 8 pouces de groſſeur.

Quant aux *briſe-glaces*, les pilots ſont de differentes longueurs, ſur 13 à 19 pouces de groſſeur.

Les *moiſes* ſont auſſi de differentes longueurs, & ont 8 à 10 pouces de groſſeur.

Il ſe fait des ponts tournans qui ſont très commodes, pour faciliter le paſſage au-deſſus des écluſes, ou aux autres endroits d'une riviere ou canal, où il doit paſſer des batteaux: je ne m'étois pas propoſé de parler ici de ces ſortes de ponts, parce qu'étant relatifs aux écluſes, ils apartiennent plûtôt à l'Architecture Hydraulique, qu'à la matiere que je traite preſentement; mais comme, ſans y faire attention, on en a raporté deux deſſeins ſur la Planche 21, je me trouve dans la neceſſité d'en donner l'Explication, quoi qu'aſſés hors de propos par raport au plan que je me ſuis fait, de ne parler de chaque choſe que dans l'endroit qui lui convient naturellement.

PLANCH. 21. Le plan *CI* du premier Pont fait voir, qu'il eſt coupé en deux également, afin que chaque moitié ſe puiſe ſeparer, & ſe rejoindre, en tournant comme ſur un pivot: une de ces moitiés eſt repre-


La S.ce des Ing.rs liv. IV. pl. 22. pa. 54.
Pro
des
22 pi.
4 tois
Pile où
es sont
quées
Plan du pilotage d'une
des piles.
Plan et Pr
la propose
Plan du des
où est marque

presentée à jour, pour montrer l'assemblage de la charpente, & l'autre est recouverte de madriers; l'on observera que la jonction des deux moitiés se fait en portion de cercle à l'endroit *AA*, afin qu'étant arrêtée par des verroux, l'union en soit plus ferme: à l'égard de l'élevation elle n'a rien de particulier, sinon que les gardes-foux sont de fer, pour que le pont en paroisse plus leger.

L'autre dessein represente encore un pont tournant, dont la jonction se fait obliquement à l'endroit *D*: le plan est à peu près de même que le précédent, il n'y a de difference que dans l'élevation, où les gardes-foux, au lieu d'être de fer sont de bois, d'un assemblage particulier qu'il suffit d'examiner pour voir que l'on a eu en vûë de rendre ce pont beaucoup plus solide que l'autre; & comme une pareille construction chargeroit beaucoup la *crapaudine*, on a crû que pour la soulager il falloit faire des *roulettes* à l'entour, afin de faire tourner le pont aisément, & qu'il demeure toûjours en équilibre, sans pancher plus d'un côté que de l'autre: à l'égard des dimensions du pont de la 22. Planche, je n'en parlerai pas, parce qu'il sera aisé de les déterminer, sur ce que je viens de dire au sujet de l'autre.

Comme tout ce qui peut faciliter la communication des ouvrages apartient à ce chapitre, je crois devoir ajoûter, que quand les fossés d'une place sont inondés, on fait des petits ponts à fleur d'eau, qui vont des poternes du corps de la place à la demi-Lune, ou à quelqu'autre ouvrage: on en fait aussi de semblables le long des gorges, pour aller de la demi-Lune dans le chemin couvert, ou dans les contregardes, ainsi qu'on le peut voir dans la 25 Planche: l'on pratique pourtant quelquefois des poternes dans les faces, & en ce cas le pont, qui communique aux autres ouvrages voisins, répond à la poterne, & n'est plus à la gorge de la demi-Lune; c'est ainsi par exemple qu'au Neuf Brisack l'on communique des contregardes dans les tenailles, en passant par les poternes qui sont aux flancs. PLANCH. 25.

Quand les fossés sont à sec, on fait des *Caponieres* qui asseurent & couvrent parfaitement les communications: ces caponieres ne sont autre chose qu'un parapet fait en glacis à droit & à gauche du passage que l'on pratique dans le fond des fossez, comme on le peut voir sur la Planche que je viens de citer.

C H A-

Digitized by Google

CHAPITRE SEPTIE'ME.

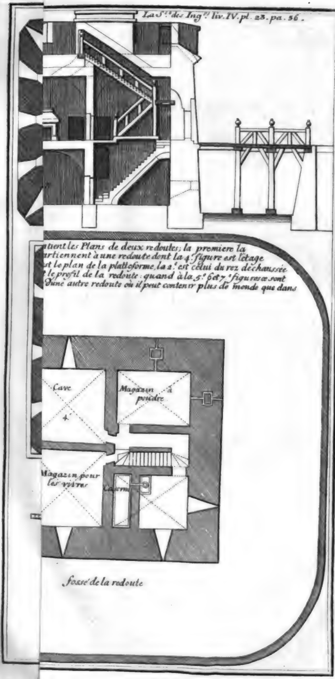
Des Corps de Gardes en general, des Guerites & Latrines.

INdépendamment des Corps de Gardes dont nous avons parlé pour veiller à la sûreté des Portes, il s'en fait encore d'autres dedans & dehors les Places: par exemple, quand les Portes sont trop éloignées les unes des autres pour que les Corps de Gardes qui y sont puissent poster des Sentinelles à tous les endroits du Rempart où l'on juge à propos d'en poser, l'on en construit d'autres pour être à portée de faire les rondes & de veiller à ce qui se passe; si la Ville est traversée par quelque Riviere, & qu'il y ait par consequent des Portes d'eau, l'on ne manque pas d'y en faire un. En un mot à tous les endroits où l'on a quelque raison d'y en établir, tel est celui de la place d'Armes & des autres répandus dans les grandes Villes pour maintenir le bon ordre & poser des Sentinelles aux Portes de ceux qui ont droit d'en avoir. Or comme ces Corps de Gardes ne comprennent rien de particulier dans leur construction, je ne m'arrêteray point à en raporter d'autres que celui qui est sur la planche 15. qui pourra servir de modéle en y faisant les changemens que l'on croira necessaires; j'ajoûterai seulement, qu'en construisant ceux des remparts, on fera bien d'y menager de petits entrepots pour renfermer des munitions, afin de les avoir à portée d'être distribuées aux détachemens qui sortent de la place, pour des escortes ou pour quelque expedition, & n'être point dans la peine d'ouvrir les magasins, souvent pour peu de chose: ces entrepots sont fort commodes en tems de siége, pour le service du rempart & celui des dehors; il est vrai que dans la plûpart des grandes Villes, où l'enceinte est accompagnée de tours ou reduits, on y rencontre des endroits propres pour des entrepots, mais je supose une place neuve où l'on seroit privé de ces sortes de commodités.

PLANCH. 15.

Je crois que l'on peut aussi comprendre, sous le nom de corps de garde, les redoutes de maçonnerie qui se font dans les dehors des places, aux endroits où il est de consequence d'avoir des postes pour garder une Eclufe, un Batardeau, un Pont, &c. puisque ces redoutes ne sont à le bien prendre que des corps de gardes rétranchés; quand elles sont près de la place, on en releve la garde tous les

Digitized by Google


La S.ce des Ing.rs liv. IV. pl. 28. pa. 36.
tient les Plans de deux redoutes; la premiere la
rtiennent à une redoute dont la 4.e figure est l'étage
st le plan de la platteforme, la 2.e est celui du rez dechaussée
t le profil de la redoute : quand à la 5.e 6 et 7.e figures ce sont
d'une autre redoute où il peut contenir plus de monde que dans
Cave
Magazin à poudre
Magazin pour les vivres
fossé de la redoute

Google

les jours par de nouvelles troupes; mais quand elles en sont fort éloignées, on y établit une petite garnison, & alors il faut qu'elles soient composées de plusieurs étages, pour y distribuer les logemens necessaires aux Officiers & aux Soldats: & ne pouvant être que fort serrés dans un aussi petit endroit, il faut faire ensorte, en les construisant, de ménager si bien la grandeur des piéces, qu'on y puisse avoir les commodités essentielles; par exemple, si on peut faire un étage souterrain, il faudra y pratiquer un magasin à poudre, un autre pour les vivres, une cave, & une citerne qui recevra les eaux de pluye, qui tomberont sur la plate forme, ou sur le toit, par le moyen des goutieres: ensuite au-dessus de l'étage souterrain, on en pourra faire deux ou trois autres pour loger les troupes, de la maniere qu'on les voit representés sur la Planche 23, qui comprend les plans de deux redoutes differentes; les premier second & quatriéme desseins sont des étages dont la troisiéme figure represente le profil, les cinquiéme sixiéme & septiéme sont suposés apartenir à une autre redoute qui seroit à *machicoulis*, c'est-à-dire, qui seroit faite de façon, que le dernier étage faisant saillie en dehors sur les deux autres inferieurs, puisse voir le pied du revêtement de la redoute, pour en deffendre l'accès: je n'en ai point raporté le profil, parce qu'il ne restoit pas de place sur la Planche pour l'y tracer, mais on jugera sans peine dequoi il est question; ces redoutes sont presque toûjours entourées d'un rempart, qui a son fossé comme on l'a suposé ici, pour éviter les desseins qu'il auroit fallu encore raporter, si on avoit voulu détailler quelque chose de plus que le corps de la redoute. PLANCH. 23.

Les Guerites, qui se font sur le rempart, sont ordinairement placées aux angles des Bastions, demi-Lune, & autres ouvrages detachés, elles doivent être de plain pied au rempart, & quand elles sont de maçonnerie, elles peuvent être rondes, pentagonalles, ou exagonalles, leur diamétre doit être en dedans, d'environ quatre pieds, & leur hauteur de six à la naissance de la calotte; il faut qu'elles soient percées de quatre ou cinq petites fenetres ouvertes, de maniere que la sentinelle puisse aisément découvrir le fond du fossé, le chemin couvert, & les autres dehors: les trois premieres figures de Guerites pourront servir de modelles, selon qu'on les voudra plus ou moins orner; les trois autres desseins sont des Guerites de charpente, pour faire aux angles des ouvrages qui ne sont point revêtus, l'on y voit l'assemblage des pieces qui les composent, selon l'ouverture des angles droits, obtus, ou aigus: quant aux autres Guerites que l'on place indifferemment, on les fait toûjours PLANCH. 24.

Digitized by Google

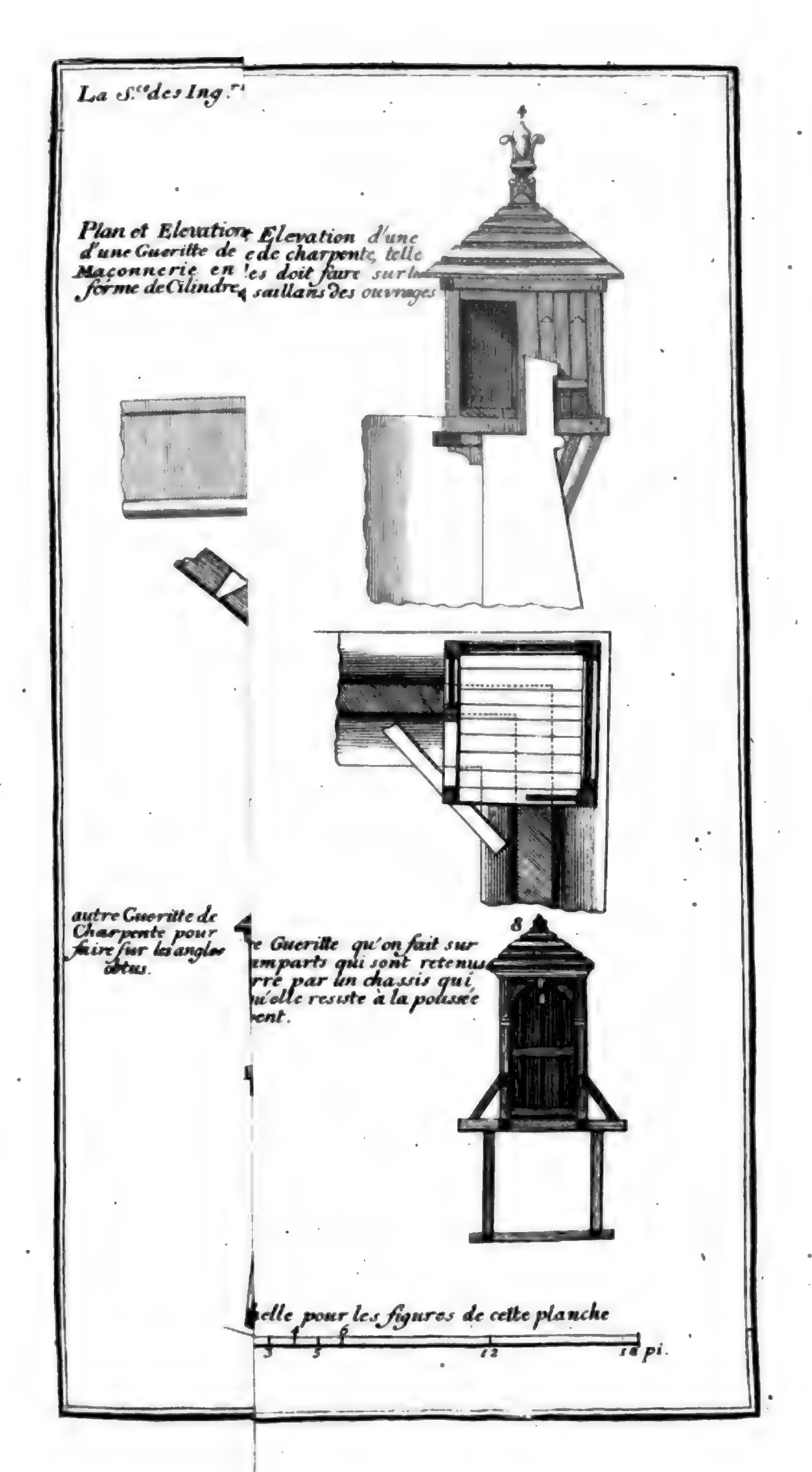
de figure quarrée, comme aux 7e. & 8e. desseins, qui s'expliquent assés d'eux mêmes.

L'on fait quelquefois des Latrines de charpente sur le rempart, au milieu des courtines, quand il n'y a point de poternes au-dessous, parce que s'il s'y en trouvoit, il faudroit prendre garde de ne point en salir la sortie, ainsi suposant que le corps de la place soit revêtu, il faut commencer par poser au niveau du terre-plain du rempart, des poutrelles à deux pieds & demi l'une de l'autre, qui ayent environ 20 pieds de long, sur 10 à 12 pouces; ces poutrelles doivent saillir de 4 pieds au delà du talud du revêtement, ainsi leur longueur étant de 20 pieds, & le revêtement en ayant 6 de talud, la moitié portera sur le rempart, & l'autre moitié sera en saillie, afin de faire les Latrines de maniere, que les ordures ne tombent point sur la muraille: pour les maintenir on y attachera avec des liens de fer, des poteaux pendans, qui seront retenus entre la muraille & les terres du rempart; & pour rendre le plancher plus solide, on peut, au-dessous du cordon, encastrer dans la muraille d'autres poteaux pendants sous chaque poutrelle, afin de soûtenir le poids des Latrines, ou bien on pourra, en construisant le revêtement, placer au-dessous des endroits où on doit poser les poutrelles des *Corbeaux* ou *Consóles* de pierre de taille, pour apuyer les liens, ce qui rendra l'ouvrage plus solide: quant à l'assemblage du reste de la charpente, il n'est pas besoin de l'expliquer puisque les plans & profils qui sont sur la 33 Planche, en facilitent assés l'intelligence: d'ailleurs, ce sujet n'est pas si interessant pour mériter une plus longue explication; je l'aurois même suprimée, si, dans un ouvrage comme celui-ci, il ne falloit parler de tout.

Voyez les Latrines qui sont sur la Planche 33.

Quand il se rencontre, dans le voisinage des Cazernes, une riviere ou un ruisseau, il vaut beaucoup mieux en profiter pour y faire des Latrines, que de les placer sur le rempart, puisque, tout bien consideré, elles presentent un coup d'œil fort desagreable; mais quand on n'a point cette commodité, je voudrois qu'on les fit sous le terre-plain du rempart, ou sous les escaliers par lesquels on y monte: en ce cas, il faut que l'égout, où se rassemblent les eaux des rues, reçoive les ordures pour les conduire dans le fossé.

CHA-



Digitized by Google

CHAPITRE HUITIE'ME.

De la Distribution des Ruës dans les Villes de Guerre.

QUand l'espace, que l'on veut fortifier, n'est point occupé par quelque ancienne habitation, on ne doit rien negliger pour faire regner dans l'interieur de la place le plus de regularité qu'il est possible, soit pour la distribution des ruës, celle des maisons de Bourgeois, l'emplacement des Corps de Garde, Cazernes, magasins à poudre, arsenaux, cantines, boulangeries, & logemens d'état Major, afin que tous ces édifices répondent au reste de la place, de façon que chacun puisse être à portée de remplir son objet principal; &, pour mieux juger de cette disposition, je donnerai pour modelle le plan des ruës du Neuf-Brisack, comme le plus parfait que je connoisse. PLANCH. 25.

Quand on peut disposer d'un grand terrain, il est à propos, pour la commodité du public, de faire plusieurs places; mais si on en étoit empêché par une raison contraire, il faudroit au moins en faire une au centre, & lui donner une figure quarrée; sa grandeur doit être proportionnée à celle de l'enceinte, par consequent la quantité de troupes qui veilleront à sa conservation; car cette place devant servir à assembler la garnison, pour le service journalier, il faut qu'elle ait une capacité raisonnable. J'estime donc qu'à une Fortification de six Bastions, sur la base de 180 toises, on pourra donner à la place d'armes 40 à 45 toises en quarré, à celle de 7 Bastions, 55 à 60, pour une à 8, 70 à 75, pour celle qui en auroit 9 ou 10, 80 à 85, enfin à celle qui en auroit 11 ou 12, 90 à 95: au reste, il vaut mieux s'en raporter à la discrétion des Ingenieurs, qui executent de pareils desseins, qu'à aucune regle particuliere.

On fait ordinairement une petite place d'armes devant chaque porte de la Ville, afin que les corps de garde qui y sont ayent devant eux une espece d'esplanade, pour se garentir des surprises du dedans: d'ailleurs, ces petites places font un bel effet, & sont fort commodes pour degager le passage, quand les voitures qui veulent sortir de la Ville sont obligées d'attendre que celles qui sont sur les ponts soient entrées.

Quant aux ruës, il faut que les principales partent de la place d'armes, pour aller sur un même allignement aux portes de la Ville,

Digitized by Google

aux remparts, & principalement à la Citadelle, ou au reduit s'il y en a, afin qu'elles puissent être enfilées; on observera qu'elles soient perpendiculaires les unes aux autres autant qu'il est possible, pour que les encoignures des maisons soient à angle droit: on leur donne ordinairement six toises de large, afin que trois chariots puissent passer de front, & que s'il s'en rencontroit un d'arrêté de chaque côté de la ruë, un troisiéme pût passer entre-deux, de sorte qu'il reste assez d'espace pour les gens de pied & de cheval; pour les petites ruës, on se contente de leur donner 3 à 4 toises de largeur.

La distance d'une ruë, à celle qui lui est paralelle, doit être telle, qu'entre l'une & l'autre, il y reste un espace pour deux maisons de Bourgeois, dont l'une regarde dans une ruë, & l'autre dans celle oposée; chacune de ces maisons doit avoir environ 5 à 6 toises de face, sur 7 à 8 d'enfoncement, avec une cour de pareille grandeur, pour que l'intervale d'une ruë à l'autre soit d'environ 32 ou 33 toises; dans cette largeur on peut aisément trouver l'étenduë qu'il faut pour les grandes maisons, qui auroient écuries & jardins.

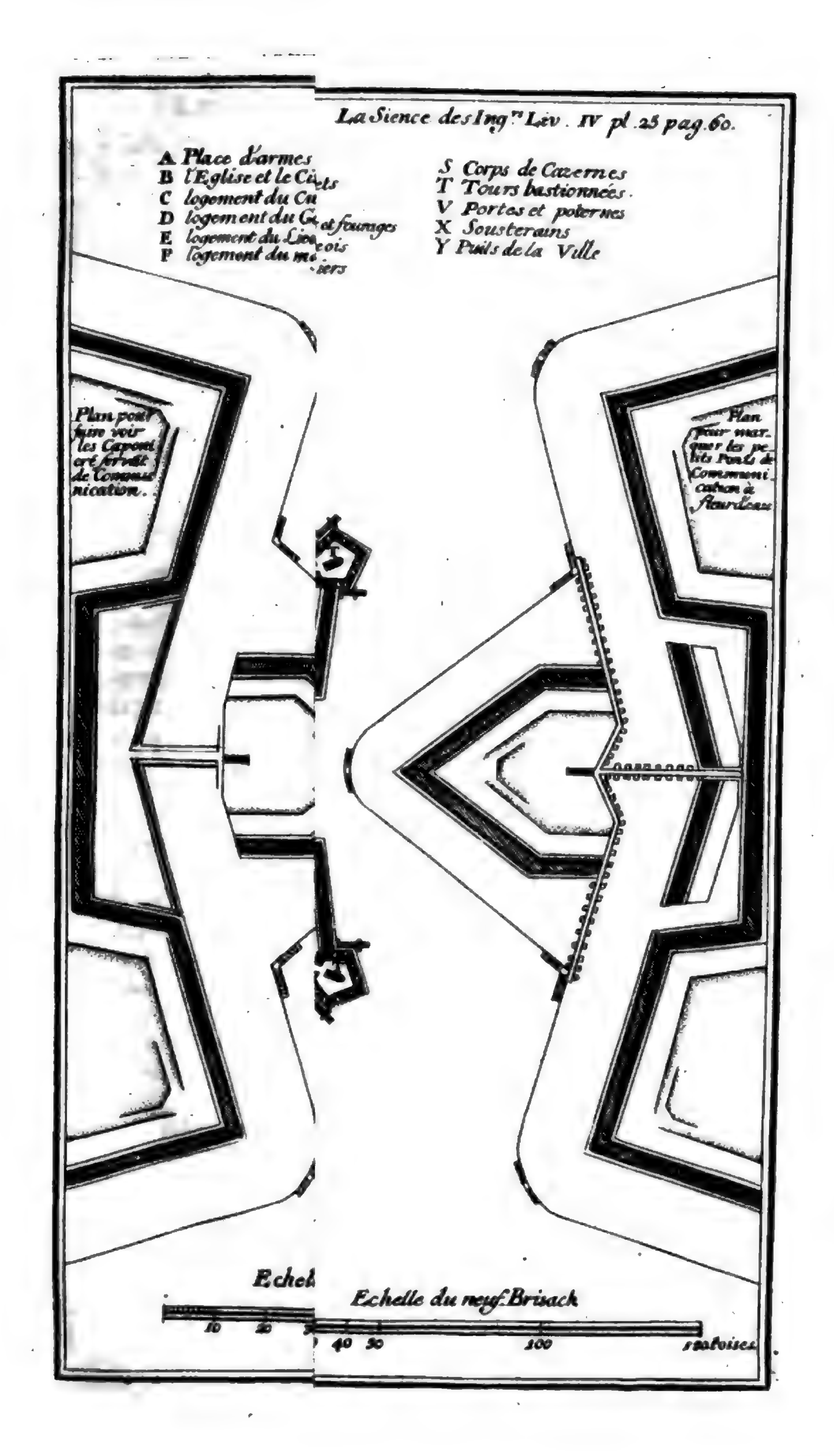
Dans les Villes où il y a des ruës anciennes, on les laisse telles qu'elles sont, on se contente seulement de redresser ou d'élargir les plus essentielles, comme celles des entrées & sorties: on en fait de même à l'égard de la place d'armes, quand il ne s'en trouve point d'assés grande pour faire le service ordinaire.

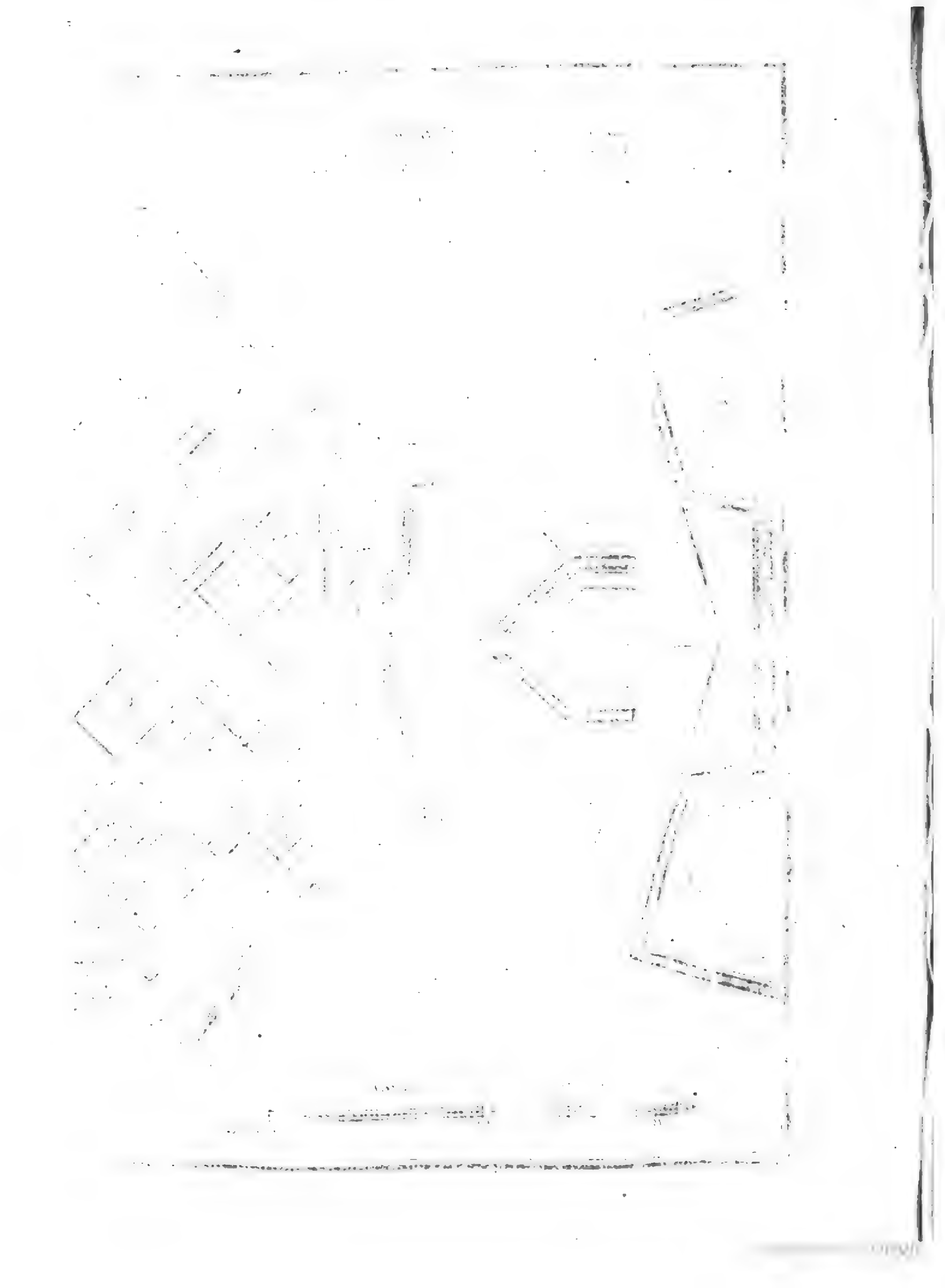
Independamment du corps de garde de la place d'armes, & de ceux des portes, on en fait encore sur le rempart, pour avoir des postes qui soient à portée de veiller à la sureté du corps de la place: ils se font quelquefois au centre ou aux gorges des Bastions, quand il n'y a point de cavaliers ou de magasins à poudre, ou bien on les place dans le milieu des courtines, principalement quand il y a quelque porte d'eau, occasionnée par les rivieres.

Les Magasins à poudre devant être éloignés, le plus qu'il est possible, des maisons des habitans, on ne peut guere mieux les placer, que dans le milieu des Bastions.

Comme l'Arsenal est un des Edifices militaires qui doit occuper le plus d'espace, il est assés difficile d'en déterminer l'emplacement, parce que cela depend de mille circonstances qu'on ne peut appercevoir que sur les lieux; mais on aura au moins attention de le détacher de tout autre Bâtiment, tant pour la sûreté des munitions, que pour ne point participer aux incendies qui pourroient arriver dans son voisinage. Quand il passe une riviere dans la Ville, il est essentiel, pour le bien du service, que l'Arsenal n'en soit point éloigné,
afin

Digitized by Google


La Sience des Ingrs Liv. IV pl. 25 pag. 60.
A Place d'armes
B l'Eglise et le Ci
C logement du Cu
D logement du G
E logement du Li
F logement du m
S Corps de Cazernes
T Tours bastionnées.
V Portes et poternes
X Sousterains
Y Puits de la Ville
Plan pour faire voir les Caponiere servent de Communication.
Plan pour marquer les petits Ponts de Communication à fleur d'eau
Echelle du neuf Brisach
10 20 30 40 50 100 150 toises



afin d'être plus à portée de former les convois qui pourront se faire par la navigation. Nous reprendrons cet article dans le Chapitre neuviéme.

Les Cazernes se placent ordinairement proche le Rempart, le long des Courtines, & c'est en effet la situation qui leur convient le mieux, parce qu'on y peut ménager un espace pour faire faire l'exercice, le Soldat est plus détaché de la Bourgeoisie, on peut faire plus secretement les détachemens qui doivent marcher pour quelque entreprise, au lieu que par-tout ailleurs les mêmes avantages ne se rencontreroient peut-être pas sans difficulté.

Comme la Cantine & la Boulangerie regardent la subsistance de la Garnison, on doit les placer dans le voisinage des Cazernes & même dans l'endroit où il se rencontre près de-là un Corps de Garde qui soit en état d'en imposer en cas de desordre.

Pour l'Hôpital, il est presque inutile de dire qu'il est à propos de le placer dans un endroit écarté; mais, sur toute chose, proche une rivierre ou ruisseau, s'il en passe dans la Ville.

A l'égard des logemens de l'état Major, il est naturel qu'ils répondent à la Place d'Armes, ceux des Capitaines des Portes se font ordinairement au-dessus des Portes mêmes, ces logemens peuvent aussi servir pour les Aydes-Majors de la Place.

Pour dire aussi un mot de l'emplacement de l'Eglise, il convient que quand il n'y a qu'une Paroisse, comme cela est assés ordinaire dans les Villes neuves, qu'elle soit située sur la Place, afin qu'étant au centre de la Ville, les Habitans en soient également à portée.

A l'égard de la décoration, on ne doit rien négliger de ce qui peut flater le coup d'œil, afin qu'il regne par-tout un air de simetrie qui répande autant de grace dans l'interieur, que la force & la solidité des Fortifictions donnera de Majeste à l'extrerieur.

Voilà en gros ce que je m'étois proposé d'insinuer dans ce Chapitre: tout ce qui en fait l'objet est de si petite conséquence, que je ne crois pas devoir l'étendre davantage, puisqu'il ne faut que le sens-commun pour voir la necessité de semblables distributions; mais, ce qui demande plus de capacité & d'intelligence, c'est l'execution, tant des Edifices dont je viens de parler, que de ceux dont on va voir les détails dans les Chapitres suivans.

Digitized by Google

CHAPITRE NEUVIEME.

Des Magasins à Poudre & Arsenaux pour les Munitions de Guerre.

ON ne faisoit pas autrefois de Magasins comme on l'a pratiqué dans ces derniers tems, on resserroit la Poudre dans des Tours attachées au corps de la Place, ce qui étoit sujet à de grands accidens, car quand le feu venoit à y prendre, soit par hasard, ou par le dessein concerté de quelque trahison, il se formoit une brêche dont l'ennemi pouvoit se prévaloir, comme cela est arrivé à Aire du tems que cette Place apartenoit à l'Espagne: les François qui en faisoient le Siége, d'intelligence avec un habitant, trouverent moyen de mettre le feu aux Poudres qui étoient dans le soûterrain d'un Bastion, elles firent un si grand effet, qu'une partie du Rempart fut renversée dans le Fossé, & un Cavalier qui occupoit le terre-plain partagé en deux monticules que l'on voit encore; les Assiégeans s'étant presentés sur la contrescarpe pour monter à l'Assaut, la Garnison fut obligée de se rendre plûtôt qu'elle ne l'eût fait.

Quand on vit de quelle conséquence il étoit de séparer les Magasins de l'enceinte, on en bâtit de differente figure; mais on fut longtems avant de rencontrer les justes proportions qu'il falloit leur donner: les plus ordinaires se faisoient comme celui qui est representé par le premier & le deuxiéme dessein de la Planche 26. où l'on voit qu'on les couvroit par plusieurs Voûtes d'arrête apuyées dans le milieu sur deux ou trois pilliers; mais comme pour réünir ces Voûtes sous les mêmes pentes du toit, il falloit faire un massif considérable de Maçonnerie qui les chargeoit extraordinairement, on convint qu'il valloit beaucoup mieux les couvrir d'une seule Voûte que l'on fit d'abord en tiers-point, comme on le peut voir dans le cinquiéme & sixiéme dessein de la même Planche: l'on pratiquoit à la naissance de la Voûte un plancher pour faire une espece de Grenier, afin d'y resserrer les Poudres qui ne pouvoient pas être contenues au rez-de-Chaussée.

PLANCH. 26. FIG. 1. & 2.

Mr. de Vauban ayant remarqué dans plusieurs Siéges, que les Voûtes en tiers-point étoient trop foibles, & que le Grenier ne faisoit que charger les piés-droits fort mal-à-propos, puisque la prudence

Digitized by Google

dence ne vouloit pas qu'on avanturât tant de Poudre dans un même Magasin, étant plus convenable de la partager dans differens endroits, rejetta absolument toutes les constructions qui avoient été en usage jusqu'alors, & en proposa une nouvelle beaucoup plus parfaite, qui est celle qu'on voit répresentée par le premier & le second dessein de la 27 Planche, qui a toûjours été executée avec succès, quoiqu'on pourroit la rendre encore plus parfaite en y changeant quelque chose, comme je le ferai voir dans la suite. PLANCH. 27. FIG. 1. & 2.

Je n'ai jamais consideré serieusement ce dessein, sans avoir été ravi d'admiration, en remarquant que ce grand Homme avoit rencontré à peu de chose près, par la justesse de son esprit & sa grande experience, des proportions presque aussi exactes que celles qu'auroit pû donner une parfaite connoissance de la Mécanique des Voûtes. Voilà l'avantage des Génies superieurs; s'ils ne frapent pas directement au but, du moins ils ne s'en écartent guére. Tous les Magasins qui ont été construits dans ce goût-là se sont soûtenus jusqu'à present, sans qu'il leur soit arrivé aucun accident, même dans les Places assiégées qui ont le plus souffert des Bombes; il en est tombé à Landaw plus de 80 sur un semblable Magasin, sans que la Voûte en ait été aucunement endommagée, la même chose est arrivée à Ath & à plusieurs autres endroits. Mr. Demus Directeur des Fortifications, auquel on peut bien s'en raporter, m'a dit qu'au dernier Siége de Tournay, où il étoit, les ennemis jetterent plus de 45000 Bombes dans la Citadelle, dont le plus grand nombre tomba sur deux Magasins qui n'en furent point ébranlés, parce que les Voûtes étoient en plain ceintre, de même que celui de Landaw, au lieu que deux Soûterrains voûtés en tiers-point furent enfoncés à la troisiéme ou quatriéme Bombe, quoique couverts de 5 à 6 pieds de terre, depuis plus de 40. ans.

Si l'on joint à de pareilles experiences tout ce que la raison peut inspirer, on n'hésitera point de donner la préference à la Voûte en plain ceintre, sur celle en tiers-point, & de se conformer au dessein de Mr. de Vauban: ceux qui ont été d'un sentiment oposé ne s'en sont pas mieux trouvés; mais il est necessaire qu'il arrive des accidens qui fassent sentir la conséquence de ne point s'écarter des bonnes maximes pour ne suivre que le hasard ou le caprice: le droit de réformer ne s'acquiert point impunément, & il n'y a qu'une longue pratique accompagnée d'une certaine théorie, qui puisse en donner la possession.

PLANCH. 26. FIG. 1. & 2.

Les Magasins suivant le modele de Mr. le Marêchal de Vauban se font ordinairement de 10 toises de longueur dans œuvre sur 25 pieds de largeur.

Pour

Pour les fondemens des longs côtés on leur donne 9 ou 10 pieds d'épaisseur, & la profondeur se détermine selon la nature du fond sur lequel l'on veut bâtir: car je ne saurois croire que cette profondeur ait été reglée à 15 pieds, comme je l'ai vû sur un dessein signé de Mr. de Vauban, puisqu'il semble que 6 pieds sont plus que suffisans; mais il se peut que ce dessein ait été projetté pour être executé dans un endroit qui exigeoit qu'on en usât ainsi.

Sur ces fondemens on éleve les piés-droits de 9 pieds d'épaisseur lorsque la Maçonnerie n'est pas des meilleures, & de 8 pieds seulement lorqu'elle se trouve composée de bons matériaux: & ne faisant point de Grenier, il suffit de leur donner 8 pieds de hauteur au-dessus de la retraite; de sorte que quand le plancher du Magasin est élévé au-dessus du rez-de-Chaussée, autant qu'il est necessaire pour le mettre à l'abry de l'humidité, il reste à peu-près 6 pieds depuis l'aire du plancher jusqu'à la naissance de la Voûte.

La Voûte se fait de 3 pieds d'épaisseur au milieu des reins & composée de quatre Voûtes de briques repetées l'une sur l'autre, l'extrados de la derniere terminée en pente, dont la direction se détermine en donnant 8 pieds d'épaisseur au-dessus de la clef, ce qui rend l'angle du faîte un peu plus ouvert qu'un droit.

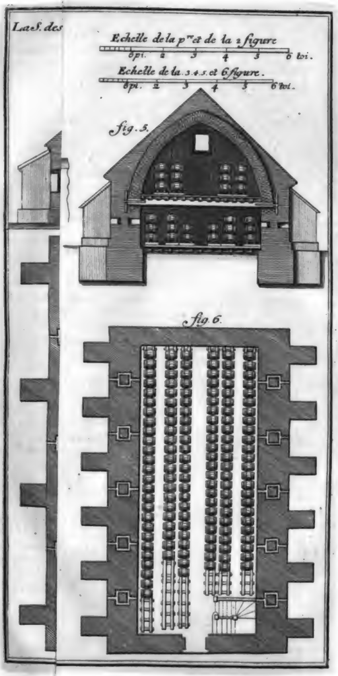
Les deux pignons se font chacun de 4 pieds d'épaisseur élevé jusqu'aux pentes du toit & même un peu au-dessus, comme cela se pratique à tous les Edifices. A l'égard des fondemens de ces pignons on leur donne 5 pieds d'épaisseur, & autant de profondeur que ceux des longs côtés.

Les piés-droits ou longs côtés se soûtiennent par quatre contreforts de 6 pieds d'épaisseur & de 4 de longueur, espacés de 12 pieds les uns des autres.

Dans le milieu de l'intervalle d'un contrefort à l'autre, on pratique des évents pour donner de l'air aux Magasins, les dez de ces évents ont ordinairement un pied & demi en tout sens, & l'espace vuide pratiqué autour se fait de 3 pouces de largeur contourné de maniere qu'ils aboutissent au parement exterieur & interieur en forme de creneaux. Ces dez servent à empêcher que des gens malintentionnés ne puissent jetter quelque feu d'artifice pour faire sauter le Magasin; & pour prévenir un semblable malheur, il est à propos de fermer encore les fentes des évents par plusieurs plaques de fer percées, parce qu'autrement on pourroit attacher à la queuë d'un animal la machine qu'on voudroit y introduire, ce qui ne seroit pas difficile, puisqu'on a trouvé plusieurs fois, dans des Magasins, des coquilles d'œufs, & des volailles, que les Fouïnes y avoient portées.

Après

Digitized by Google



Digitized by Google

Après que l'aire du Magasin est bien arrasée, on y fait un couchis de lambourdes de bois de chêne de 8 à 9 pouces de grosseur, espacés à un pied & demi les unes des autres, dont l'intervalle se remplit de charbon ou de recoupes de pierres, puis on recouvre le tout de deux planchers de madriers de 2 pouces d'épaisseur chacun posés l'un sur l'autre.

Pour éclairer le Magasin, on fait une fenêtre dans chaque pignon que l'on ferme avec deux venteaux de madriers de deux ou trois pouces d'épaisseur, dont l'un est en dehors & l'autre en dedans. Celui de dehors est couvert de taule, & se ferme aussi-bien que l'autre avec deux bons verroux: ces fenêtres se font fort élevées, crainte des accidens; on les ouvre avec le secours d'une échelle, pour donner de l'air au Magasin pendant les beaux jours.

On ferme aussi les Magasins par deux portes de bons madriers qui s'ouvrent en dehors & en dedans: celle de dehors est recouverte de taule, & n'a qu'une serrure: celle de dedans en a deux qui ont chacune leur clef differente; le Gouverneur ou le Commandant de la Place en a une, le Lieutenant d'Artillerie l'autre; & le Garde-Magasin celle de la premiere porte: il est à propos, autant qu'on le peut, que l'entrée regarde le midi, ou au moins le levant, afin que le Magasin soit orienté avantageusement, pour être éclairé du soleil quand on veut lui donner de l'air.

Pour empêcher qu'on n'aproche des Magasins, on fait à 12 pieds de distance un mur de cloture, d'un pied & demi d'épaisseur & de 9 ou 10 de hauteur.

Un Magasin, tel que celui-ci, peut contenir 94800 liv. de poudre, engerbés de 3 barils seulement, car lors qu'il y en a 4 ou 5, les premiers se trouvant trop chargés, les cercles & les douves se desunissent, & la poudre tamise, ce qui peut être sujet à de grands accidens.

Les Dimensions precedentes paroissent si bien reglées, que je ne crois pas qu'on puisse en suivre de meilleures: car l'on est sûr, que la Voûte est absolument à l'épreuve de la bombe, & que l'épaisseur des longs côtés est parfaitement bien déterminée, en la faisant de 8 pieds; car ayant cherché de combien elle devoit être, pour soutenir en équilibre la poussée de la Voûte, j'ai trouvé 7 pieds & environ 8 pouces: voilà une occasion où la pratique semble avoir prevenu la theorie, & l'on voit bien que Mr. de Vauban n'a pas eu recours à la regle des Architectes, dont j'ai fait mention au commencement du second Livre; & ce qui me ravit d'admiration encore une fois, c'est que dans presque tous les cas essen-

essentiels, où j'ai fait un paralelle de ses maximes, avec les loix de la mécanique, j'ai remarqué que l'un & l'autre étoient presque toûjours d'accord. Un succès si heureux doit être attribué, (comme je l'ai ouï dire à Mr. le Comte de Vauban son neveu) aux connoissances qu'il tiroit de l'examen des anciens Edifices, & au plaisir qu'il prenoit de se communiquer souvent avec les plus habiles Geometres, & même avec les ouvriers, dès qu'il leur apercevoit quelque merite: il proposoit des problêmes aux uns, & des difficultés aux autres, souvent après les avoir resolus lui-même; sa grande capacité lui faisoit developer les ressorts de la theorie la plus abstraite, il suffisoit qu'on s'énonçât clairement, & qu'on le conduisit sur les voyes, pour arriver souvent le premier au dernier terme de la solution.

Les choses qui paroissent les plus parfaites, n'étant point exemptes de quelques petites corrections, je voudrois pour plus de solidité changer la disposition des contreforts du Magasin de Mr. de Vauban: par exemple, au lieu de les faire de 6 pieds d'épaisseur & de 4 de longueur, leur donner 6 pieds de queuë & 4 d'épaisseur, parce qu'alors le bras de levier devenant plus long, la puissance resistante soutiendroit beaucoup mieux la poussée de la Voûte; & comme on ne sauroit avoir un trop grand nombre de points d'apui, il seroit à propos, au lieu de quatre contreforts, d'en faire cinq de chaque côté, & en ce cas il suffiroit de donner 6 pieds ou 6 & demi d'épaisseur aux pieds droits, puisque ces contreforts étant ainsi distribués, ils causeroient une resistance d'environ un tiers au-dessus de celle qu'il faudroit, pour soutenir l'effort de la Voûte.

Les piés-droits & les contreforts n'ayant que peu d'élevation, & bien liés avec leurs fondemens, on peut regarder les points d'apuis placés sous l'extremité des fondemens de la queuë des contreforts, & non pas au rez-de-Chaussée comme nous l'avons supofé dans le deuxiéme Livre: c'est pourquoi, afin d'allonger encore plus le bras de levier, je voudrois qu'on donnât beaucoup d'empatement aux fondemens, les faisant deborder de 2 pieds ou 2 & demi, au-delà du nud du mur, ramené au rez-de-Chaussée par plusieurs retraites, comme on le voit par le cinquiéme dessein de la 27 Planche, où l'on remarquera que, pour assurer les points d'apuis, on les a établis sur deux rangs de madriers; on ne feroit pas mal d'en mettre aussi sous les fondemens des longs côtés, afin de prevenir l'inegalité des affaissemens: cette construction seroit excellente, surtout dans un mauvais terrain, parce qu'il suffiroit de s'y aprofondir de 5 à 6 pieds; & je puis bien asseurer que la dépense ne feroit pas si

PLANCH. 27. FIG. 5.

si considerable à beaucoup près, que si l'on donnoit 8 à 9 pieds d'épaisseur aux longs côtés comme à l'ordinaire.

La principale cause, qui rend les planchers des Magasins fort humides, & qui fait qu'ils se pourrissent au bout d'un certain tems, c'est que l'on a coûtume de poser les lambourdes sur la terre, & de remplir leur intervalle de recoupes de pierre, ou de charbon; ainsi, l'air ne pouvant circuler par le dessous du plancher, les madriers se pourrissent: or, pour prévenir cet inconvenient, je voudrois que l'on fit la derniere retraite interieure des fondemens d'environ un pied plus élevé que le rez-de-Chaussée du pourtour exterieur du Magasin, & qu'on lui donnât 5 ou 6 pouces de largeur, & traverser ensuite toute la longueur du Magasin, par trois dez de Maçonnerie, également espacés les uns des autres, leur donnant un pied de hauteur sur autant d'épaisseur, fondés sur 3 ou 4 rangs de briques posées à plat.

Après que cette Maçonnerie sera bien arrasée à la hauteur de la retraite interieure, & qu'elle aura eu le tems de secher, il faut la traverser par des lambourdes, qui iront se terminer sur les retraites des longs côtés, observant de les placer à 2 pieds de distance, de milieu en milieu; &, pour que la Maçonnerie ne les endommage pas, il est bon mettre entre deux des coussinets ou bouts de madriers, d'un pouce & demi ou deux pouces d'épaisseur.

Toutes les lambourdes étant bien arrasées, on posera le premier & le second plancher comme à l'ordinaire, bien chevillé; & comme l'entrevoux des poutrelles, aussi bien que l'intervalle des dez, sur lesquelles elles seront posées, ne sera rempli par aucune matiere, il faudra, afin que l'air puisse y circuler, & rafraichisse le dessous du plancher, pratiquer dans le plancher même, le long de chaque pignon, des trous ou évents d'un pied en quarré, ensorte qu'il s'en trouve deux, aux extremités de chaque espace vuide qui y regne.

Pour avoir une parfaite intelligence de ce qne je viens de dire, il suffira de considerer avec un peu d'attention le plan & le profil representé par la 5e. & la 6e. Figure de la Planche 27, où l'on verra que le plancher du Magasin est partagé en deux parties: l'une fait voir la disposition des dez de Maçonnerie, & des lambourdes, & l'autre en quel sens ces lambourdes sont recouvertes par les madriers; ainsi, je ne m'y arrêterai pas davantage. PLANCH. 27. FIG. 5. & 6.

En composant ce Chapitre, j'ai cherché à resoudre une difficulté qui s'est presentée plusieurs fois à mon esprit; savoir comme il falloit déterminer l'épaisseur des Voûtes des Magasins, celle des

Digitized by Google

Souterrains, & de tous autres édifices militaires, selon leur differente grandeur, pour qu'elle resiste également au choc des Bombes : il est vrai que nous sommes prévenus, qu'une Voûte en plain ceintre, de 25 pieds de largeur & de 3 pieds d'épaisseur dans le milieu des reins, est parfaitement à l'épreuve ; mais, nous ignorons quelle dimension il faut donner à celle qui auroit plus ou moins de largeur, car il n'y a point de doute, qu'il ne faille regler l'épaisseur à proportion, & c'est ce que l'on pourra faire en suivant la regle que voici.

Voulant construire un Magasin de 36 pieds de largeur, couvert par une Voûte en plain ceintre ; on demande quelle épaisseur il faut lui donner dans le milieu des reins, pour qu'elle soit à l'épreuve : il faut dire, *si le diamétre de 25 pieds donne 9 pour le quarré de l'épaisseur de la Voûte qui est à l'épreuve, qui donnera 36 pieds diamétre d'une autre Voûte, pour le quarré de son épaisseur, afin qu'elle soit aussi à l'épreuve*; on trouvera environ 13 pieds, dont la racine quarrée, qui est 3 pieds 7 pouces 2 lignes, sera au juste l'épaisseur que l'on demande, & ainsi des autres.

Si l'on fait attention, que le principe que nous avons insinué, au sujet de la resistance des bois, dans le deuxiéme Chapitre de ce quatriéme Livre, peut s'apliquer à celle des Voûtes, on apercevra sans peine la demonstration de cette regle ; c'est pourquoi je ne m'y arrêterai pas, pour ne point faire une trop longue digression : je dirai seulement, qu'on pourra trouver de la même maniere la longueur des voussoirs pour les arches des Ponts, de telle grandeur que l'on voudra, comme j'en ferai mention dans le second volume.

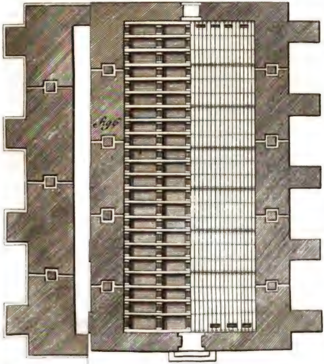
Quand on construit des Magasins sur des lieux élevés, & qu'on peut pratiquer au-dessous de leur rez-de-Chaussée des Souterrains pour renfermer des munitions de guerre ou de bouche, on leur donne la disposition que l'on voit representée par le 3^e^ & le 4^e^ dessein de la 26^e^. Planche, où l'on observera que le Souterrain est couvert par plusieurs Voûtes d'arrête, pour éviter l'élevation qu'il auroit fallu lui donner, si on avoit voulu le faire autrement ; on remarquera aussi que les contreforts se trouvent placés vis-à-vis les pilliers, qui soutiennent les Voûtes dans le milieu des souterrains, parce qu'ainsi ils buttent toute l'action de la poussée, qui dans ces sortes de Voûtes aboutit au point où se rencontrent les arrêtes ou diagonalles : comme ces Voûtes sont garanties du principal effort de la bombe, par celle qui couvre le Magasin qui est au-dessus, il suffit de leur donner deux pieds d'épaisseur, à l'endroit de la clef pour être parfaitement à l'épreuve.

PLANCH. 26. FIG. 3. & 4.

L'on descend dans le souterrain par un escalier que l'on voit marqué

Profil d'un autre Magasin

Plan d'un Magasin à Poudre d'une Construction nouvelle.



Google

marqué ſur le plan, & c'eſt dans le pignon qui répond à la rampe que l'on pratique un évent ou petite fenêtre, pour lui donner de l'air: l'on pourroit même faire des ſoupiraux entre les contreforts, pour le rendre moins humide; mais il faudroit qu'ils fuſſent tournez de façon à ne cauſer aucun préjudice.

Comme l'étage du rez-de-Chauſſée n'eſt autre choſe qu'un Magaſin ordinaire, qui ne conprend rien de particulier, je ne m'y arrêterai pas, non plus qu'aux dimenſions qu'il convient de donner aux piés-droits, en ayant aſſez dit ſur ce ſujet dans le ſecond Livre.

Dans pluſieurs de nos Places, on voit des Edifices executés comme le précedent; il s'en trouve même de plus conſiderables, comme on en peut juger par le profil repreſenté par la 3e. Figure de la 27e. Planche, qui apartient à un Arſenal composé de quatre étages: PLANCH. 27. FIG. 3. le premier eſt un ſouterrain couvert par deux Voûtes en plain ceintre, qui s'apuyent mutuellement ſur le mur de refend, qui partage le ſouterrain en deux, dans toute ſa longueur: on y a percé des portes de diſtance en diſtance, pour paſſer d'un ſouterrain à l'autre, ce que je n'ai pû exprimer ſur le plan, n'en ayant raporté qu'un bout repreſenté par la 4e. Figure, à cauſe qu'il auroit fallu trop d'eſpace pour le faire voir tout entier; mais un pareil plan eſt ſi ſimple, qu'on s'imaginera aiſément de quoi il eſt queſtion: d'ailleurs, la longueur eſt en quelque façon indéterminée, puiſqu'elle dépend de la place où l'on voudroit conſtruire un édifice comme celui-là, de la dépenſe qu'on y veut faire, ou du beſoin de l'avoir plus ou moins étendu; j'ajoûterai ſeulement, qu'il convient de deſcendre dans ces ſortes de ſouterrains par une rampe large & commode, ainſi qu'on le fait aux écuries qui ſont pratiquées dans les caves, plûtôt que par un eſcalier, afin de pouvoir manœuvrer plus aiſément, quand il s'agit d'y introduire des munitions de guerre ou de bouche.

Ce ſouterrain étant ſupoſé creuſé dans le roc, on a pris occaſion de montrer comme en pareil cas on peut ſe diſpenſer de faire les murs auſſi épais en bas qu'en haut, en les apuyant contre le roc qui doit faire partie de l'épaiſſeur qu'il auroit fallu donner dans tout autre terrain, puiſqu'il ſuffit de le couper par reſſaut, & de ſuivre ce qui a été enſeigné dans le 3e. Livre, en faiſant mention des fondemens établis dans ce goût-là.

Le ſecond étage, qui eſt celui du rez-de-Chauſſée, eſt à peu près ſemblable au précédent, étant auſſi voûté en plain ceintre à l'épreuve de la Bombe; ce qui peut être d'un grand avantage dans les petites forteresses eſcarpées, & qui ſont plus ſujetets à être inquietées des Bombes que du Canon.

Digitized by Google

Le troisiéme étage peut servir pour les farines ou des munitions de guerre, & le 4e. de Salle d'Armes; je crois même que l'Arsenal de Charlemont a été bâti à peu près selon le dessein que je viens d'expliquer: puisque nous en sommes sur les Arsenaux, il est à propos de traiter ce sujet un peu plus amplement, par raport à la consequence des Places où on les construit, & à plusieurs circonstances qu'il est necessaire de détailler.

Il n'y a pas de Place de Guerre où il ne faille un Arsenal: sa grandeur & sa distribution doivent être assujetties à la consequence du lieu, & aux travaux qu'on pourra y faire; par exemple, aux Citadelles & autres petites forteresses, il suffit d'en avoir un d'une grandeur mediocre, pour contenir les munitions destinées à la défense, au lieu que dans une Ville frontiere considerable, il en faut un grand pour y former des équipages de campagne, qui comprenne tous les endroits necessaires à executer les ouvrages propres à l'artillerie.

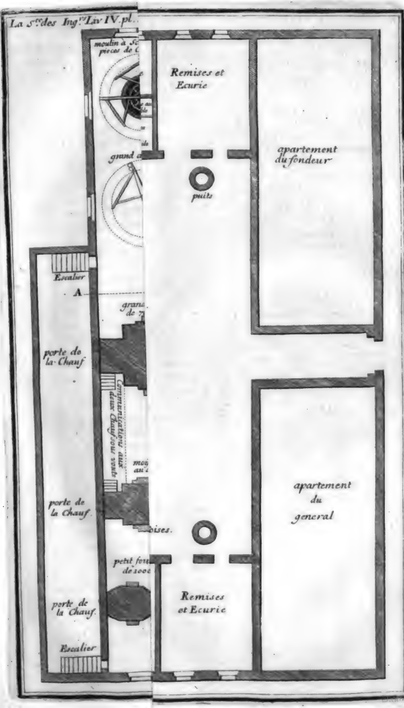
Il faut qu'un Arsenal de consequence soit bâti, si cela se peut, dans le voisinage d'une riviere capable de porter batteaux, & qu'un bras de cette riviere reponde à un bassin dans l'enceinte de l'Arsenal même pour y charger trois ou quatre batteaux à la fois, de maniere que les habitans ne puissent être instruits de la quantité des munitions dont le convoi est composé, non plus que de leurs qualités.

Le corps propre de l'Arsenal, servant à garder les principales munitions, doit être construit dans l'étendue d'une grande cour, entourée de bâtimens: ce corps doit avoir aussi sa cour particuliere, environnée de couverts, separés par autant de cloisons qu'il sera necessaire, pour les differentes especes de munitions; par exemple, s'il y a une fonderie dans la Place, on prendra une salle pour les metaux, une autre pour le fer, une pour le charbon, une autre pour les plombs, grenades, petits boulets, cartouches, pierres à fusil, & autres munitions pesantes: on reservera un espace près de l'une des portes, pour la balance, où on mettra des ratelliers pour les armes, des piéces dont on peut avoir besoin, quelque cordage, outils dont l'usage est frequent; & il est bon que les metaux, fer & charbon, ne soient pas éloignés de cette balance.

Le premier étage du grand corps de l'Arsenal doit avoir son plancher voûté sur poutrelles, & servira pour les Salles d'Armes, dans lesquelles il seroit à propos d'avoir des armoires, pour enfermer plusieurs petites munitions sujettes à être prises.

Le second servira à mettre les armes des piéces de reserve, sacs à terre, mesures, cordages, leviers, coins de mire, chapiteaux, fusées à Bombes & à Grenades, marches d'outils, & quantité d'autres

tres



La S.te des Ing.rs Liv IV. pl.
moulin a Sc
pieces de C
Remises et
Ecurie
apartement
du fondeur
grand
puits
Escalier
A
grand
de 7
porte de
la Chauf.
Communication aux
deux Chaufs sous voute
moi
au
apartement
du
general
porte de
la Chauf.
oises.
petit fou
de 1000
Remises
et Ecurie
porte de
la Chauf.
Escalier

tres choses, dont le poids n'est pas considerable.

Le grenier au-dessus pourra servir de décharge à ce qu'il y aura de trop dans l'étage au-dessous; on y placera les munitions legeres, comme les harnois des chevaux d'Artillerie, les hottes & paniers.

L'avant-Cour comprendra les logemens des Officiers d'Artillerie, aussi-bien que ceux des ouvriers: ces logemens doivent être de deux étages distribués suivant les commodités qu'on y pourra pratiquer, prenant garde qu'il n'y ait point de fenêtres qui donnent sur les ruës voisines de l'Arsenal; pour les couverts, il faut les distribuer de façon qu'on puisse y pratiquer des Forges, des Boutiques d'Armuriers, des Attelliers pour les Charpentiers & les Charrons, enfin pour tous les Charrois, parce qu'on supose que dans l'étage du rez-de-Chaussée du grand Corps de l'Arsenal, on y mettra tous les bois.

Mais, pour avoir une idée des differentes choses qui conviennent à un Arsenal, il n'y a qu'à considerer celui du Mont-Royal, que j'ai raporté sur la 31 planche, comme un des plus magnifiques de tous ceux qu'on a bâti dans les Places du Roy; c'est pourquoi j'ai mieux aimé le donner pour exemple, que d'en faire un selon mon idée, c'est-à-dire qui eut raport à ce que je viens d'insinuer. PLANCH. 31.

Il se fait encore des Arsenaux composés d'une grande Cour, à l'entour de laquelle il y a des Arcades pour mettre à couvert tous les bois propres à l'Artillerie, les Affuts & les autres Charrois necessaires au Canon, & au-dessus de ces Arcades sont les Salles d'Armes, & les autres où l'on renferme les munitions; & tel est, par exemple, l'Arsenal de la Ferre.

Il me reste, pour finir ce Chapitre, de faire mention des Fonderies pour le Canon, dont je ne donnerai qu'une idée seulement, parce que je me propose d'en parler avec plus de détail dans un Ouvrage qui regardera particulierement l'Artillerie; ainsi, il suffira de jetter les yeux sur la 28 planche, pour y avoir marqué tous les lieux necessaires à une Fonderie. Celle que je raporte a été projettée pour la Fere, mais elle n'a pas eu lieu, à cause des obstacles qu'on a rencontré de la part du terrain: car, ce qu'il y a de plus considerable dans un pareil Edifice, ce sont les Fourneaux & les Fosses dans lesquelles on coule la Fonte pour la Fabrique du Canon; & comme il faut que les Fosses soient d'une certaine profondeur, on a trouvé que la Fere étoit un lieu trop aquatique: cela n'empêche pas que ce projet ne soit parfaitement bien entendu, & ne puisse être quelque jour executé ailleurs. PLANCH. 82.

CHA-

Digitized by Google

CHAPITRE DIXIE'ME.

Des Cazernes, de l'Hôpital, de la Prison, & Maisons de Bourgeois.

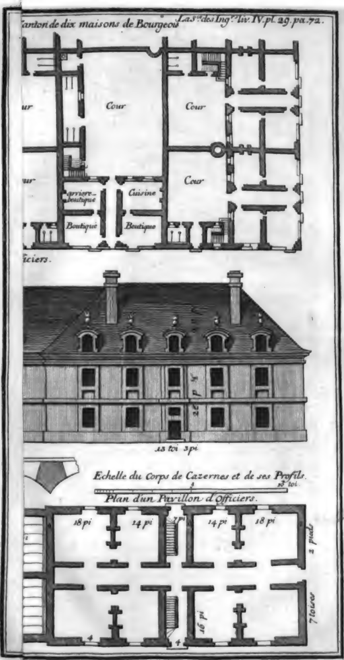
POUR maintenir l'ordre & la discipline dans la Garnison des Places, on y fait des Cazernes pour loger les Troupes; & on s'en est si bien trouvé, qu'il y a peu d'endroits où l'on n'en ait construit: en effet, l'experience fait voir que les Garnisons qui sont cazernées sont beaucoup plus tranquiles, à cause de la commodité que les bas Officiers ont de faire l'apel tous les soirs, ce qui ne peut se pratiquer exactement quand le Soldat est dispersé chez les Bourgeois où il a la liberté de sortir à toute heure de la nuit. Un autre inconvenient, c'est qu'un Gouverneur, ou un Commandant de Place, ne peut en tems de Guerre faire sortir un Corps de Troupes, ou le moindre Parti, sans que toute Ville n'en soit informée. S'il arrive quelque allarme, on n'assemble la Garnison qu'avec beaucoup de peine & de tems, au lieu que dans les Cazernes on fait faire sur le champ toutes les dispositions que le Service du Roy peut demander.

Les Cazernes se construisent de plusieurs façons, selon la situation de l'endroit qui leur est destiné. Quand on a un espace assez étendu pour faire une grande Cour entourrée de Bâtimens, elles sont fort commodes, parce qu'elles se ferment d'elles-mêmes, & que les chambres étant plus ramassées, on peut en moins de tems faire executer les ordres que le Gouverneur ou le Commandant de la Troupe juge à propos de donner.

Cette disposition de Cazernes convient sur-tout à la Cavalerie, parce qu'elle a besoin d'une Cour pour le service journalier des Chevaux; alors on fait les Chambres au-dessus des Ecuries & un Corridor pour communiquer de l'une à l'autre, qui regne tout au tour du quartier; ou bien, sans faire de Corridor, l'on pratique des Escaliers de distance en distance: mais, ils occupent beaucoup de place mal-à-propos; au lieu qu'ayant un Corridor, deux ou trois Escaliers suffisent: il est vrai qu'il rend les Chambres du premier étage un peu obscures, comme on le remarque aux quartiers de Cavalerie qui sont dans la plûpart des Villes de Flandres; mais, on peut remedier à cet inconvenient, en faisant le Bâtiment moins écrasé que ceux dont je parle.

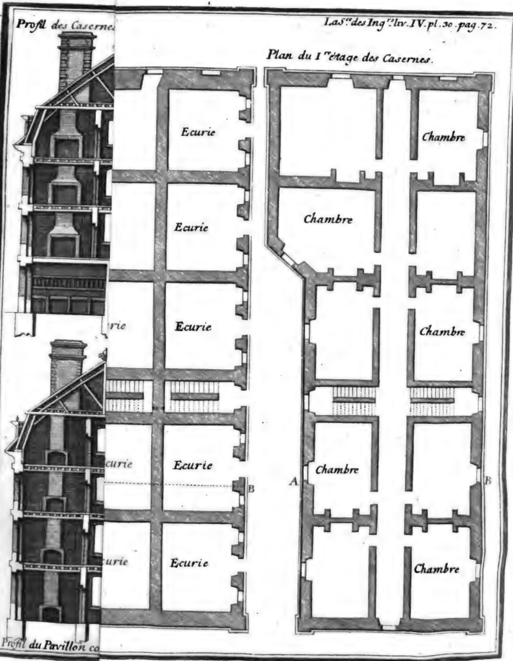
Quand

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google


Profil des Casernes
La Sce. des Ingrs. liv. IV. pl. 30. pag. 72.
Plan du 1er étage des Casernes.
Ecurie
Ecurie
Ecurie
Ecurie
Ecurie
Ecurie
Ecurie
Ecurie
Chambre
Chambre
Chambre
Chambre
Chambre
A
B
A
B
Profil du Pavillon

Quand les Cazernes se bâtissent le long du rempart vers les courtines (comme Mr. de Vauban l'a pratiqué en beaucoup d'endroits) elles sont composées d'un grand corps de Bâtiment pour loger les Soldats, aux extrêmités duquel il y a des Pavillons pour les Officiers: ces logemens sont presque toûjours à deux ou trois Etages, sans y comprendre le rez-de-Chaussée.

Dans chaque corps de Cazerne double, l'on fait quatre Chambres à chaque étage, dont deux repondront à l'Escalier qui est de leur côté, & les deux autres aux leurs: chaque Chambre doit avoir 22 pieds de long dans œuvre sur 18 de profondeur pour placer 4 lits; celles du rez-de-Chaussée doivent être élevées de 12 pieds, celles du premier étage de 10, & celles en galetas de 8, leurs portes larges de 3 pieds sur 6 de hauteur, & les murs de face deux pieds d'épaisseur au moins, avec un cordon à l'endroit du premier Plancher & une tablette ornée de moulure pour servir de couronnement au-dessus du second plancher de la maniere qu'on le voit marqué sur la Planche 29. qu'il ne faut qu'apercevoir pour entendre les desseins qu'elle répresente. PLANCH. 29.

Quand on veut faire les Planchers des Cazernes voûtés sur poutrelles, on taille ces poutrelles à cinq pans de 12 pouces de face chacune, & espacées de 18 à 20 pouces les unes des autres: elles doivent être posées sur des Sablieres de 4 à 8 pouces d'épaisseur encastrées dans les gros murs où elles doivent entrer d'environ 12 à 15 pouces; on les revêtit d'un petit madrier de chêne ou de sapin de 2 à 3 pouces d'épaisseur, posées en mortier de terre grasse pour empêcher que la Chaux ne consomme le bois.

L'entrevoux de ces poutrelles se voûte de Briques mises de cant en bonne liaison & en mortier de Chaux & Sable: on pose en mortier de terre grasse le premier rang de briques qui touche le flanc de ces poutrelles; on arrase bien le dessus de la Voûte, & on recire seulement les joints sans y faire aucun enduit, après quoi sur l'étendu de chaque Chambre on fait un pavé de Briques posées de plat à mortier fin.

On ne voûte plus guére sur poutrelles, parce que cela charge trop le bâtiment, on aime mieux faire les Planchers comme à l'ordinaire, en ce cas on se sert de poutres proprement équarries à vive arreste de même que les solives qui doivent être de bois de brin de 5 à 7 pouces de gros posés sur leur fort & espacés à un pied de distance les uns des autres de milieu en milieu. Si on ne fait point un plancher double, on recouvre les soliveaux de planches seiches d'un pouce & demi d'épaisseur, assemblées à languettes &

Digitized by Google

rainure, blanchies des deux côtés, & clouées chacune de trois cloux à l'endroit de toutes les solives, dont l'un sera mis au milieu de la planche, & les deux autres à 2 pouces près des joints; observant que ces planches soient posées de maniere que leur extremité ne se rencontre point de suite sur une même solive, & que le tout soit bien mis de niveau, non-seulement avec le seuil des portes, mais en tout autre sens & proprement executé.

On pourra aussi faire des rainures dans le flanc de chaque solive pour y couler ensuite des bosses ou petits racineaux que l'on envelope de terre petrie & préparée avec de la paille, qu'on serrera à mesure les uns contre les autres, ce qui formera un plat-fond plus sourd & plus sur contre les accidens du feu; on le crépira & blanchira ensuite pardessous, & le dessus sera recouvert de planches, de carreaux, ou de briques.

Les Cheminées doivent avoir 5 pieds de largeur sur 4 de hauteur, & leurs tuyaux 3 pieds sur 8 pouces: quant à leur hauteur, il faut qu'elle surmonte le faîte du comble de 3 ou 4 pieds, pour éviter la fumée. Quoiqu'il soit d'usage de ne point faire de cheminées sans jambage, cependant comme l'experience fait voir la facilité avec laquelle elles se détruisent tous les jours, il vaut mieux soûtenir leur manteau par de doubles consoles de pierres de taille sans piés-droits.

Les portes seront suspenduës avec des gonds qui auront été placés en bâtissant, & la queuë de ces gonds sera gravée dans le dessus des pierres de taille où elle devra être mise. Les gonds à repos & les pivots de ceux des portes auront 15 lignes de diamêtre, ceux des fenêtres 7 à 8, & seront tous parfaitement ronds & à plomb sur leur queuë, les œils de pantures seront également ronds & précisement de la grandeur convenable.

La cage de l'Escalier doit être de 7 à 8 pieds de largeur partagée en deux par un mur de chifre qui soûtienne les rampes, les degrés se font d'un pied de giron sur 5 à 6 pouces de hauteur; & l'on fait deux pailliers, l'un au retour du milieu de la rampe & l'autre à chaque étage pour communiquer d'une Chambre à l'autre.

Suposant qu'en chaque Chambre il y ait quatre lits, on pourra y loger douze soldats, savoir huit dans la Chambre & quatre de garde; ainsi dans les quatre Chambres de plain-pied on y logera 48 hommes, & dans un corps qui compose les douze Chambres qui accompagnent les Escaliers, on pourra y en loger 144.

Le rez-de-Chaussée des Cazernes, dont nous parlons, est principalement destiné pour servir d'Ecurie, lorsque ces Cazernes seroient

Digitized by Google

roient occupées par la Cavalerie, c'eſt pourquoi on n'y a point percé de fenêtres, n'étant éclairées que par le jour qu'elles peuvent tirer du deſſus des portes, ainſi qu'on le voit dans l'élevation, ce qui fait que ces chambres ne ſeroient pas fort commodes pour l'Infanterie; mais je n'ai rien voulu y changer, parce qu'on en va voir d'autres qui n'ont pas le même défaut.

Pour diſtribuer le logement des Officiers qui ſont dans les Pavillons, il faut faire deux eſcaliers qui paſſent par le milieu, avec un corridor de 6 pieds de large, qui traverſe de l'autre ſens, enſorte que chaque étage d'un Pavillon ſe trouve diviſé en quatre apartemens, qui doivent être compoſés d'une chambre pour deux Officiers, de 18 pieds de long ſur 16 de large, & d'une cuiſine ou garde-robe pour les valets, de 16 pieds de long ſur 14 de large; & l'on fera enſorte de placer des Latrines au bout de chaque corridor, contre le mur des Cazernes. PLANCH. 29.

Chaque apartement pourra être occupé par un Officier en tems de paix, & par deux ou davantage en tems de guerre, quand la Garniſon eſt renforcée, deſorte que douze Officiers peuvent loger dans un Pavillon en tems de paix, & 24 en tems de guerre; mais pour fixer la quantité des logemens neceſſaires pour la Garniſon, dans le tems où elle ſera la plus forte, on pourra ſuivre à peu près la maxime de Mr. de Vauban, qui eſt de ſupoſer 500 hommes de pied par Baſtion, ou autres ouvrages de la Place équivalens, & 200 chevaux, ce qui fait dix compagnies d'Infanterie, & quatre de Cavalerie, chaque compagnie d'Infanterie ayant trois Officiers, & celles de Cavalerie deux, on jugera par-là du nombre des Pavillons qu'il faudra pour leur logement, auſſi-bien que de celui des quartiers de Cazernes pour les Soldats.

Les Cazernes, qu'on voit repreſentées ſur la Planche 30, ont été faites à Bethune en 1728. & ſont des plus belles que je connoiſſe: comme elles ſont deſtinées pour la Cavalerie, on voit que le plan du rez-de-Chauſſée comprend des écuries d'une fort belle grandeur, & bien éclairées chacune par deux croiſées; ces écuries ſont voûtées par des Voûtes ſurbaiſſées, au-deſſus deſquelles il y trois étages doubles pour les Cavaliers: attenant du même corps de Cazernes, eſt un Pavillon pour les Officiers, dont la diſtribution eſt ſuffiſamment détaillée par les plans profils & élevations, pour en avoir une parfaite intelligence, ſans qu'il ſoit beſoin que je m'y arrête davantage: d'ailleurs, comme j'en raporte le devis dans le ſixiéme Livre, tel qu'il m'a été donné par Mr. Dartezé, qui en a eu la conduite, étant alors Ingenieur en chef de cette Place, on pourra ſi l'on veut y avoir recours. PLANCH. 30.

Digitized by Google

PLANCH. 31. Un édifice encore fort necessaire dans une Ville de Guerre est un Hôpital pour les malades de la Garnison, particulierement pour les blessés en tems de siége: sa grandeur doit être reglée sur la quantité de malades que l'on aura dans la plus forte Garnison, & comme nous suposons une Ville neuve, on pourra en estimer le nombre sur ceux des Villes voisines, ce qui se fera encore sur l'experience, qui montre que de 25 hommes ou environ, il y en a un de malade: cependant, il faut faire attention que dans les lieux aquatiques, les maladies sont plus generales que dans les endroits où l'air est pur, & sur-tout quand on fait des remuemens de terres considerables.

Prévenu de ceci, on saura à peu près le nombre de lits dont on pourra avoir besoin, & par consequent la grandeur des bâtimens qu'il faudra faire, qui consistent dans les sales des malades, infirmeries, cuisines, pharmacie, celliers, blancheries, hangards pour mettre le bois, enfin tous les logemens necessaires pour les Officiers de l'Hôpital: les salles des malades doivent être au rez-de-Chaussée & au premier étage; on fera leur largeur de 42 pieds pour mettre deux rangs de lits de 6 pieds de chaque côté, & deux autres dans le milieu, avec deux allées de 9 pieds de large chacune: quant à la longueur des salles, on doit la regler par le nombre de lits, en comptant 4 pieds de largeur pour chacun, & autant pour la distance de l'un à l'autre: au bout de la salle du rez-de-Chassuée, on fait une Chapelle, qui doit être découverte de la salle d'enhaut, par une tribune.

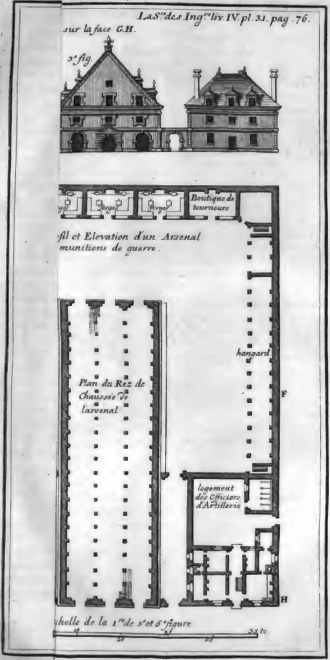
Quand il passe une riviere dans la Ville, il faut, autant qu'il est possible, faire ensorte de construire l'Hôpital dans son voisinage, ou au moins faire passer un ruisseau près de la cour ou du jardin, afin d'avoir l'eau en abondance; mais, sans m'arrêter à tout ce qui peut convenir à un Hôpital, on n'a qu'à voir celui que je raporte

PLANCH. 31. sur la Planche 31^{e}. Si on se trouvoit dans le cas d'en faire construire un, on ne feroit pas mal d'en communiquer le projet au Chirurgien Major de la Place, afin que, de concert avec lui, on ne neglige rien d'essentiel.

Pour remplir le titre de ce Chapitre, il nous reste à parler de la Prison: on sait bien qu'il est assez rare d'en construire de neuves, à moins que ce ne soit dans des places nouvellement bâties, parce que dans les anciennes, il s'en trouve ordinairement dans les Reduits, Châteaux, ou Tours; mais, si l'on étoit dans le cas d'en faire une, il faudroit qu'elle fût composée d'une cour entourée de bâtimens, ensorte que le logement du Geolier soit sur le devant,

&

Digitized by Google


La S.ce des Ingrs liv. IV. pl. 31. pag. 76.
sur la face G.H.
3e fig.
Forge
Forge
Boutique de tourneurs
fil et Elevation d'un Arsenal
munitions de guerre.
Plan du Rez de Chaussée de l'arsenal
hangard
F
logement des Officiers d'Artillerie
H
chelle de la 1re de 3e et 5e figure
20
35 to.

Digitized by Google

& n'ait aucune communication avec les prisonniers: à droit de la cour on pourra faire les cachots au rez-de-Chaussée, & au-dessus les prisons qui seroient destinées à de simples châtimens, pour le Soldat & le commun du peuple, ensorte qu'elles ne tirent leur jour que du côté de la cour, ne devant point avoir de fenêtres sur la ruë : à gauche on pourra faire deux ou trois petites chambres, pour loger les personnes qui meriteroient quelque consideration; & le fond sera occupé par d'autres prisons plus détachées du reste du bâtiment, pour resserrer les prisonniers qu'on voudroit empêcher d'avoir communication avec les gens du dehors, qui vont & viennent: au-dessus de ce batiment, on pourra faire la Chapelle, afin que tous les prisonniers soient plus à portée d'entendre la Messe. J'ajoûterai, que quand il est question d'un édifice comme celui-ci, il faut faire les murs fort épais, & toutes ces fenêtres bien grillées, de même que les tuyaux des cheminées.

Pour dire aussi un mot des maisons de Bourgeois, qui sont representées sur la Planche 29e. il est bon qu'on sache que le plan des cinq maisons qu'on y voit exprime la moitié d'un des cantons de la Planche 25, dont il a été fait mention dans le Chapitre huitiéme; ainsi par cette moitié on jugera aisément du reste: à l'égard de la décoration des façades, comme elles accompagnent le plan dont je viens de parler, il ne faut qu'un coup d'œil pour en juger, sans qu'il soit besoin d'un plus grand éclaircissement; je raporterai seulement ici le Reglement qui a été fait au sujet des maisons qui ont été bâties au Neuf-Brisack; il prescrit ce qu'il faut observer pour empêcher les contestations entre les voisins, & à quoi chaque particulier doit s'assujettir en bâtissant dans une Place de Guerre. Planch. 29. & 25.

DE PAR LE ROY.

Reglement concernant les Maisons qui se bâtissent au Neuf-Brisack, sur les Places que Sa Majesté a bien voulu accorder aux Particuliers.

Premierement.

Tous ceux qui bâtissent doivent se conformer pour les faces de leurs bâtimens à celles qui sont déja construites sur la grande Place, tant pour la décoration de ces faces & hauteur des corniches,

niches, que pour la grandeur des Boutiques, Portes, & Croisées qui doivent toutes être semblables, ainsi que la hauteur des combles.

II.

Chaque Particulier sera obligé de faire un pignon de Maçonnerie ayant 2 pieds d'épaisseur dans ses fondemens jusqu'au rez-de-Chaussée, 18 pouces du rez-de-Chaussée jusqu'au plancher du Grenier, & 16 pouces de-là au faîte du comble, & ceux qui en ont bâtis de Charpente seront tenus de les démonter, pour les faire solidement; & comme il peut arriver quelque difficulté à l'occasion de la construction de ces pignons, les Particuliers ne bâtissant pas tout à la fois, celui qui commencera le premier sera indemnisé par son voisin de la moitié de la depense à mesure que le pignon s'élevera, sans qu'il soit obligé d'attendre que son voisin bâtisse sur le devant.

III.

Ils observeront de mettre les auvens de même hauteur, observant la même chose aux enseignes qui seront de pareille grandeur le plus que faire se pourra.

IV.

Dans la construction des Caves, il est ordonné d'en voûter au moins une dans chaque maison.

V.

Les combles dans un même quarré seront de même hauteur afin de se raccorder parfaitement avec le dessein.

VI.

Ils éloigneront le plus qu'ils pourront les lieux communs, ou latrines, des puits; non-seulement des leurs, mais aussi de ceux que leurs voisins feront construire chez eux.

VII.

Et comme les transpirations de ces latrines pourroient à la fin gâter & corrompre les eaux des Puits, il est très-expressement enjoint à tous les Particuliers de faire citerner la fosse de leurs latrines avec de bonne Maçonnerie, & un enduit de ciment, observant

vant de laiſſer un trou à la Voûte pour les vuider quand il ſera tems.

VIII.

Il eſt encore enjoint à tous ceux qui ont obtenu des Places de les bâtir inceſſamment, afin qu'elles ſoient achevées dans le terme qu'on leur a donné, ſous peine de perdre leſdites Places, que l'on donnera à d'autres, & même les legers Bâtimens qui ſont deſſus, lorſque le tems de leur ſoûmiſſion ſera expiré.

IX.

Il eſt très-expreſſement ordonné à tous Maçons & Charpentiers de ſe conformer à ce Reglement, ſous peine de priſon, & d'en répondre en leur propre & privé nom.

Et afin que perſonne n'en ignore, ſera le preſent Reglement lû & publié à ſon de Tambour & affiché par-tout où beſoin ſera.

CHAPITRE ONZIEME.

De la Cantine, de la Glaciere, de la Boulangerie, & des Moulins.

DANS toutes les Villes de Guerre où la Maltote eſt établie, le Roy veut bien accorder à la Garniſon une Cantine; c'eſt-à-dire un lieu où elle ait le privilege d'avoir de l'Eau-de-Vie, du Vin, de la Bierre, à un certain prix beaucoup au-deſſous de celui des Cabarets. Quand cette Cantine ſe trouve dans une grande Ville, c'eſt à celui qui en eſt l'Entrepreneur de ſe pourvoir d'une Maiſon qui lui convienne: mais, dans une Citadelle ou autre Fortereſſe qui n'eſt habitée que par des Gens de Guerre, la Cantine eſt preſque le ſeul endroit d'où la Garniſon peut tirer des raffraichiſſemens; & alors ce ſont les Ingenieurs qui ſont chargés de la conſtruction & des réparations de cet Edifice, ce qui m'engage d'en faire mention.

Une Cantine doit être compoſée de pluſieurs Caves & au rez-de-Chauſſée d'une Cuiſine, d'un Garde-manger, de trois ou quatre Chambres pour donner à boire aux Soldats, d'une Salle pour l'Auberge des Officiers, d'une Ecurie pour 12 ou 15 Chevaux, & d'un cou-

couvert pour mettre le bois: au-dessus du corps de logis, on distribuera aussi un nombre de Chambres qui répondront si l'on veut à celle du rez-de-Chaussée; elles serviront pour loger les Etrangers. La Cantine qui est raportée sur la Planche 32. est à peu-près dans ce goût-là.

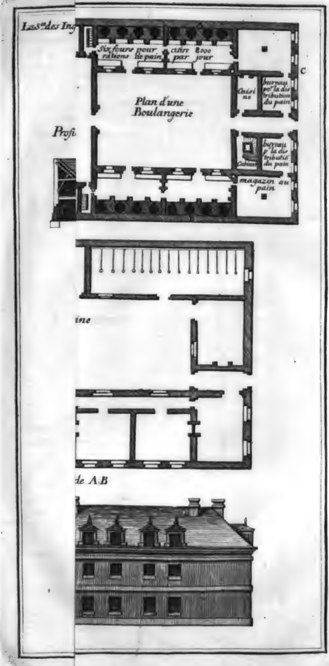
PLANCH. 32.

Pour procurer aux Officiers d'une Garnison le plaisir de boire frais en Eté, on fait assés souvent une Glaciére dont la construction & l'entretien regardent aussi les Fortifications; mais c'est l'Etat Major de la Place qui prend le soin de la faire remplir. Pour la bien placer, il faut choisir un lieu élevé, comme par exemple un Bastion plain, on fait une fosse en forme d'entonnoir, on lui donne environ 20 pieds de diamêtre & 10 ou 12 de profondeur plus ou moins: si l'on rencontroit pour faire cette fosse une terre glaise, qui n'eût point été remuée, on pourroit se dispenser de la revêtir de Maçonnerie; mais quand cela ne se trouve point, on y fait un revêtement de Briques de deux pieds d'épaisseur ou davantage selon qu'on aura lieu de craindre la poussée des terres qui n'a guére lieu dans cette occasion, parce que donnant pour profondeur à peu-près le rayon du grand cercle, les terres se trouvent avoir leur pente naturelle, & par conséquent se soûtiendront sous l'angle de 45 dégrés. Au fond de la Glaciére l'on fait un petit Puits de 3 pieds de diamétre sur 5 ou 6 de profondeur qui doit être aussi revêtu; il sert à recevoir l'eau de la glace, qui ne manqueroit pas de fondre celle du fond, si elle n'avoit un écoulement: ainsi l'on sent bien que c'est par le Puits qu'il faut commencer la Maçonnerie; & quand on sera parvenu au bord, il faudra faire un roüet composé de bon bois de chêne, pour servir d'empatement aux premieres assises du revêtement de l'entonnoir: quand on l'a rempli de glace, on ferme le Puits par un plancher à claire voye; la Maçonnerie étant achevée, & lui ayant donné tout le tems de secher, on fait pour couvrir la Glaciere une charpente en figure de cône, dont la base repose sur le bord de la Maçonnerie, & cette charpente est garni de chaume depuis la pointe du cône jusqu'à terre, d'une épaisseur suffisante pour empêcher le Soleil de pénétrer à travers; c'est pourquoi, afin de tenir cet endroit plus à l'ombre, on plante à l'entour des arbres assés près les uns des autres pour qu'ils forment par la suite un berceau: pour entrer dans la Glaciére, on fait une petite allée de 10 à 12 pieds de longueur & 4 de largeur, voûtée & tournée du côté du Nord, on la ferme par deux portes, dont il y en a une à chaque extrémité.

PLANCH. 32.

Comme en tems de Guerre l'on donne le pain aux Troupes, l'on fait

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

fait une Boulangerie qui en fournit, non-ſeulement à la garniſon, mais encore à une Armée qui ſeroit dans le voiſinage de la Place: c'eſt pourquoi il faut qu'elle ſoit compoſée au moins de 16 Fours accompagnés de leur Chaudiere, pour que les Munitionnaires puiſſent livrer dans un beſoin au moins 8000 rations par jour. Ces Fours auront chacun 9 pieds de diamêtre, & 2 pieds ſous Voûte dans le plus élevé, la gueule aura 2 pieds de largeur ſur un & demi de hauteur, élevés de 3 pieds au-deſſus du rez-de-Chauſſée, ainſi qu'on le peut voir par le plan & le profil du Four que j'ai raporté en grand ſur la 34e. Planche, parce que ceux de la Boulangerie étoient deſſinés trop en petit pour être apperçûs diſtinctement. PLANCH. 34.

La conſtruction des Fours n'a rien de particulier que les moindres Maçons ne ſachent; je dirai ſeulement, que les Voûtes doivent être faites avec des briques d'une bonne terre bien préparée & bien cuite, poſées de bout comme des vouſſoirs avec du mortier fin: à l'égard du carrelage dont l'étenduë du Four doit être couverte, il faut pour poſer les carreaux ſe ſervir de mortier de terre glaiſe, & non de celui fait de Chaux & de Sable, parce que la chaleur le feroit enfler, & détacheroit les carreaux en peu de tems.

L'Edifice doit être compoſé de deux Cours, la premiere pour la commodité des mitrons, la ſeconde pour les Charrois & les Ecuries: dans le bâtiment il doit y avoir 2 Magaſins pour renfermer le pain, 2 Bureaux pour le diſtribuer; au-deſſus l'on fera des logemens pour les Commis des Vivres, & les Farines pourront être miſes dans les Greniers au-deſſus des hangards: mais, pour donner une idée plus ſenſible de tout ceci, on peut voir la Boulangerie répreſentée ſur la Planche 32. PLANCH. 32.

Quand il n'y a point de Moulins à vent ni à eau dans une Place, ou que l'ennemi, s'il y en a, peut les rendre inutiles, il faut faire un Bâtiment pour en mettre à bras & à cheval en quantité ſuffiſante pour entretenir la Garniſon de Farine: ce Bâtiment doit être ſeulement compoſé de deux gandes Places au rez-de-Chauſſée pour renfermer les Moulins, d'un hangard aſſez grand pour mettre à couvert le bois que l'on donne aux Troupes, & d'une Ecurie capable de contenir 14 ou 15 Chevaux, avec de bons Greniers pour renfermer les Farines comme on le peut voir ſur la même Planche.

Je ne dis rien preſentement de la Mécanique de ces ſortes de Moulins, devant en faire mention dans le ſecond Volume, en parlant des Machines.

Digitized by Google

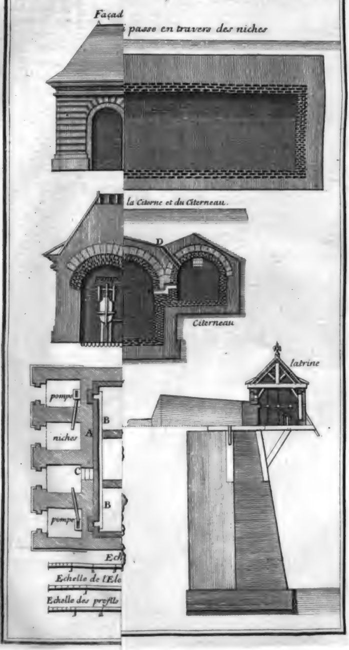
CHAPITRE DOUZIE'ME.

De la Construction des Puits & Citernes.

L'ON connoît assés la necessité d'avoir dans une Ville un nombre de Puits publics, sans qu'il soit besoin que j'en fasse voir la conséquence, sur-tout quand il n'y a point de Riviere qui serpente dans les principaux quartiers. Comme les Puits ordinaires n'ont rien de particulier, il me suffira de dire qu'on les approfondit jusqu'à ce qu'ils ayent 5 à 6 pieds d'eau vive, après quoi l'on place dans le fond un roüet de bois de chêne de 4 pieds de diamêtre dans œuvre & de 4 à 12 pouces de grosseur, sur lequel on pose 5 ou 6 assises de pierre de taille maçonnées avec mortier de ciment & bien cramponées par des crampons de fer coulés en plomb. Le reste de la hauteur du Puits jusqu'à 3 pouces au-dessous du rez-de-Chaussée s'éleve en maçonnerie de briques ou de moîlon, ensuite on surmonte le rez-de-Chaussée de 3 assises de pierre de taille, faisant ensemble 2 pieds & demi, maçonnées en mortier de ciment & cramponées comme celles du fond, après quoi on équipe le Puits de tout ce qui est necessaire pour en tirer l'eau.

Il se fait un autre sorte de Puits, qu'on appelle *Puits forés*, qui ont cela de particulier, que l'eau monte d'elle-même jusqu'à une certaine hauteur, de sorte qu'il ne se faut donner aucun mouvement pour l'avoir, que la peine de la puiser dans le bassin qui la reçoit. Il seroit à souhaiter que l'on en pût faire de semblables en toutes sortes d'endroits; ce qui ne paroît pas possible, puisqu'il faut des circonstances du côté du terrain qu'on ne rencontre pas toûjours: car, comme ces Puits sont occasionnés par les eaux qui partant de quelques montagnes voisines se sont fait un chemin soûterrain pour aller jusqu'à une certaine distance où elles sont ensuite retenuës par des bancs de terre glaise ou de pierre qui les empêchent de se perdre, il faut que ces bancs puissent être percés avec les tarrieres ordinaires, & que l'eau qui est dessous soit capable de monter d'elle-même dans un tuyau vertical jusqu'au rez-de-Chaussée, ce qui est la principale circonstance: or, suposant que tout cela se rencontre, voici comme ces sortes de Puits se font.

On creuse d'abord un bassin de grandeur arbitraire, dont le fond doit être plus bas que le niveau auquel l'eau peut monter d'elle-même



Digitized by Google

Digitized by Google

même, afin de la recevoir; on prend ensuite un pilot d'une longueur & d'une grosseur convenable, on perce dans toute sa longueur avec les tarrieres ordinaires un trou de 3 pouces de diàmettre, & on le garnit de fer par les deux bouts, dont celui qui doit entrer en terre doit être le plus aigu qu'on pourra; on enfonce ce pilot avec le mouton autant qu'il est possible, & lors qu'il n'y a plus moyen de le faire entrer plus avant, on employe la tarriere qui doit achever de percer le puits: or ces tarrieres ont 3 pouces de diamêtre, & environ un pied de gouje, le reste du corps étant d'un pouce de gros plus ou moins, & de 12 pieds de longueur; on enfonce cette tarriere dans le canal du pilot, & on perce à l'ordinaire tous les bans qui se rencontrent, ayant soin de la vuider de tems en tems de la terre dont elle se remplit; lorsque la longueur de cette premiere tarriere ne suffit pas pour arriver jusqu'à l'eau, on y ente une seconde branche, une troisiéme, &c. tant que la profondeur le demande, & l'on continuë de forer & vuider le trou successivement, jusqu'à ce qu'enfin on ait trouvé de l'eau en abondance, ce que l'on reconnoît lors qu'elle monte le long du pilot jusque par dessus, alors on se sert d'un tuyau de plomb pour la conduire dans le bassin.

Quand on a une fois trouvé l'eau vive, & qu'on voit qu'elle vient en abondance, il faut bien se garder de percer plus avant, crainte d'ouvrir les bans de pierre ou de terre glaise qui seroient au-dessous de l'eau, parce qu'il pourroit arriver que trouvant une issuë plus aisée à parcourir que le chemin du canal, elle ne cessé sur le champ, ou au bout de quelque tems, de monter.

On fait de ces sortes de Puits en Flandres, en Allemagne, & en Italie: j'en ai vû un au Monastere de Saint André, à une demie lieuë d'Aire en Artois; l'eau en est si abondante, qu'elle donne plus de cent tonneaux par heure, elle s'éleve à 10 ou 12 pieds au-dessus du rez-de-Chaussée, & retombe dans un grand bassin, par plusieurs fontaines qui font un fort bel effet.

Feu Mr. de Cassini raporte dans les Memoires de l'Academie Royale des Sciences, qu'en plusieurs endroits du territoire de Mutine & de Boulogne, on en voit de semblables, mais qui se font differemment: on creuse jusqu'à l'eau, après quoi l'on construit un double revêtement, dont on remplit l'entredeux d'un courroi, fait d'une glaise bien petrie, après quoi on continuë à creuser plus avant, & de revêtir comme en premier lieu, jusqu'à ce qu'on trouve des sources qui viennent avec abondance; alors on perce le fond avec une longue tarriere, & le trou étant achevé,

l'eau monte & remplit non seulement le puits, mais encore se répand sur toute la campagne, qu'elle arrose continuellement: il ajoûte, qu'il a fait faire au Fort Urbin une Fontaine, dont l'eau s'élevoit naturellement à 15 pieds de hauteur au-dessus du rez-de-Chaussée, d'où elle retomboit dans un bassin de marbre, destiné pour l'usage du public, & que l'ayant soutenuë par des tuyaux, elle s'élevoit jusqu'au sommet des maisons.

Dans la basse Autriche, qui est environnée des montagnes de Stirie, les habitans se donnent de l'eau à peu près de la même maniere; ils creusent d'abord jusqu'à ce qu'ils trouvent la glaise, alors ils prennent une grande pierre épaisse de six pouces, percée dans le milieu, & percent le lit de glaise au travers de ce trou, tant que l'eau monte avec impetuosité, & remplisse le puits.

Il y a des situations où, sans avoir des montagnes dans le voisinage, on peut encore faire des puits dans le même goût, car s'il y a des rivieres ou lacs qui soient plus élevés que le rez-de-Chaussée de l'endroit où l'on est, il est évident que si ces eaux communiquent jusques-là, elles pourront remplir le puits & même déborder, comme cela arrive en plusieurs endroits, lorsque les rivieres viennent à grossir.

L'on peut ajoûter, que dans les endroits, où l'eau ne pourra pas monter assez près du rez-de-Chaussée pour être reçûë dans un bassin, ces Puits ne laisseroient pas d'être utiles, si, faisant tomber l'eau dans quelque reservoir aussi haut qu'elle pourra monter, on peut lui donner de-là un écoulement dans quelqu'autre lieu voisin plus bas que le reservoir, ce qui pourra se faire par un acqueduc souterrain, ou même par un syphon qui passe à fleur de terre, & alors on fera tomber l'eau qui sortiroit du canal ou du syphon, dans un bassin, comme on le pratique ordinairement dans tous les lieux où il y a des fontaines voisines; ou bien, sans faire tout cela, on élevera l'eau au-dessus du rez-de-Chaussée, par le moyen d'une pompe, pourvû que cette hauteur ne passe point 29 ou 30 pieds, ne pouvant la faire monter plus haut par les raisons que j'ai données dans le Discours sur les Effets de l'Air, qui est à la fin de mon Cours de Mathematique.

Dans les lieux qui sont fort élevés, on ne rencontre guere toutes les conditions qu'il faut pour faire des puits forés, pas même des puits ordinaires, à moins qu'ils ne soient d'une profondeur excessive comme celui de Charlemont, & encore quelquefois ne parvient-on pas à rencontrer la bonne eau; ce qui rendroit ces lieux inhabitables, si on n'avoit imaginé les citernes, c'est-à-dire,

la

Digitized by Google

la maniere de purifier ,& de conserver dans une espece de cave, l'eau qui tombe du Ciel. Or, comme la construction de ces citernes demande beaucoup d'aplication pour les faire bonnes, nous allons détailler tout ce qui peut apartenir à ce sujet; &, pour ne rien dire qui n'ait été déja executé avec succés, je prendrai pour exemple la citerne qui a été faite en 1722 à Charlemont par Mr. de Breval; elle est au moins aussi belle que celle de Dunkerque, dont on fait tant de cas. Cette citerne a, comme on le peut voir par le plan, 15 toises de longueur, sur 6 toises 4 pieds de largeur, y compris les deux murs de refends qu'on a fait pour porter les Voûtes, parce que pour ces sortes d'ouvrages, qui doivent être à l'épreuve de la Bombe, crainte des accidens qui peuvent arriver en tems de siége, il vaut mieux faire trois Voûtes chacune d'une grandeur médiocre, que de n'en faire qu'une seule qui seroit trop élevée & trop foible.

PLANCH. 33.

Le plan fait voir aussi, qu'on a pratiqué une porte dans le milieu de chaque mur de refend, pour la communication de l'eau, & que l'on a fait un citerneau de 9 pieds en quarré, pour que l'eau puisse filtrer avant d'entrer dans la citerne; c'est pourquoi le fond de ce citerneau est 8 pieds plus haut que celui de la citerne.

Pour tirer l'eau, on a construit au rez-de-Chaussée de la Place quatre niches quarrées de 7 pieds & demi dans œuvre, dont deux servent à loger les pompes, & les deux autres pour recevoir l'eau; &, afin qu'on en puisse tirer jusqu'à la dernier goûte, les tuyaux des pompes vont répondre dans un puisart, qui est une espece de rigole qui regne sur toute la largeur, dans l'une de ces niches on a pratiqué une porte pour descendre avec une échelle dans la citerne, lorsque l'on veut y faire quelque reparation: ces niches ont été voûtées à l'épreuve de la Bombe, & sont decorées extrerieurement par une façade de pierre de taille à joints refendus, & couronnées d'une corniche, elles sont fermées par des portes de madriers, aussi bien que l'entrée de la citerne. Je crois que cette explication suffit, aidé des plans & profils, pour en donner une connoissance parfaite; ainsi, je ne parlerai que de ce qu'on a observé en la construisant.

Après avoir deblayé les terres jusqu'à une profondeur convenable, on a fait un massif de maçonnerie d'environ 3 pieds d'épaisseur, dirigé en pente de 6 pouces vers le puisart des pompes, & ce massif occupant tout le fond de la citerne a servi en même tems de fondement aux piés-droits des Voûtes & aux murs de refends. Après l'avoir bien arrasé, on l'a couvert d'un rang de briques posées

de plat en mortier de ciment, sur ce premier rang on en a fait un second, & sur celui-ci un troisiéme, toûjours avec du mortier de ciment & plain sur joints: le fond du citerneau a été aussi construit de la même maniere.

La superficie du fond de la citerne étant achevée, l'on a élevé les murs du refends & les piés-droits des Voûtes, ausquels l'on a donné 3 pieds d'épaisseur: les murs du pourtour, tant de la citerne que du citerneau, ont été paremențés de briques, posées en mortier de ciment, sur l'épaisseur de deux briques, & d'une & demi alternativement, & le reste de cette épaisseur de moilon; ensuite l'on a posé les ceintres sur lesquels l'on a établi la premiere Voûte, d'une brique d'épaisseur faite en mortier de ciment; sur cette Voûte l'on en a faite une seconde, & sur celle-ci une troisiéme de moilon plat, après quoi l'on a rempli de maçonnerie les reins de la Voûte du berceau du milieu, jusqu'à la hauteur qu'on voit déterminé par le profil, après avoir bien arrasé les pentes, on y a apliqué une chape de ciment qui couvre les trois Voûtes, & cette chape a été faite à peu près de la même façon, qu'il est enseigné dans le Chapitre onziéme du troisiéme Livre.

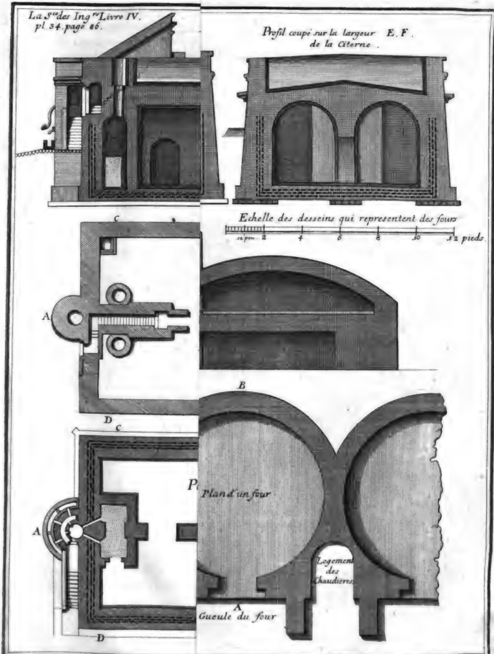
L'on a fait un enduit sur le pavé de la citerne, & sur l'interieur du mur du pourtour, de la même épaisseur qu'on fait ordinairement les chapes de ciment, & fabriqué avec les mêmes précautions, excepté seulement qu'au lieu de poussiere de thuilaux, on s'est servi de terrasse de Hollande, comme étant beaucoup meilleure.

Quand on fait des citernes dans des lieux aquatiques, on envelope exterieurement toute la maçonnerie, par un bon courroi de terre glaise, bien petrie & bien battuë, crainte que les eaux qui proviendroient des sources, ou de quelqu'autre cause, ne l'endommagent, ou ne se mêlent avec celle de la citerne, si à la longue elles parvenoient à s'y faire une entrée; car l'on entend bien que ces eaux ne pourroient être que de mauvaise qualité, puisque, si elles étoient bonnes, on ne feroit point dans la necessité de faire une citerne.

J'en raporterai encore ici une fort belle, qui s'est faite à Calais, à peu près dans le même tems que celle de Charlemont, dont les developemens sont suffisamment détaillées sur la 34ᵉ. Planche, que je ne m'arrêterai point à expliquer, parce qu'on en trouvera le devis dans le sixiéme Livre, qui en facilitera parfaitement l'intelligence, & que je donne d'ailleurs pour servir de modele, quand on sera dans le cas de projetter de pareils ouvrages.

PLANCH. 34.

La grandeur des citernes devant être reglée sur la quantité d'eau que


La Sce des Ingrs Livre IV.
pl 34. page 26.
Profil coupé sur la largeur E. F.
de la Citerne.
Echelle des desseins qui representent des fours
2
4
6
8
10
12 pieds.
C
A
B
D
C
A
Plan d'un four
Logement
des
Chaudieres
A
Gueule du four
D

Digitized by Google

que les toits des bâtimens les plus à portée peuvent fournir, il faut, afin de savoir combien on pourra en recueillir, faire des experiences sur les lieux, pour voir ce qu'il tombe de pouces d'eau chaque année, c'est-à-dire, de combien de hauteur d'eau les pluyes couvriroient la surface de la terre, si elles s'y conservoient sans s'écouler, s'imbiber, ni s'évaporer; &, suposant qu'il en tombe 20 pouces, il faut mesurer l'étenduë qu'occupent les bâtimens, dont on veut ramasser l'eau des toits, sans s'embarrasser de leur figure, ni de la grandeur de leur surface, puisque l'eau qu'ils recevront sera toûjours équivalente à celle qui seroit tombée sur le terrain qu'occupe le bâtiment, si l'espace avoit été decouvert comme en plaine campagne: or, si cet espace se trouvoit par exemple de 1200 toises quarrées, il faudroit multiplier cette quantité par 20 pouces, & le produit donnera 332 toises 4 pieds cubes, pour la quantité d'eau que la citerne recevra dans le courant d'une année, surquoi il faut prendre garde de la faire toûjours plus grande, afin que dans le tems des plus grandes eaux, elle ne monte jamais jusqu'à la naissance de la Voûte.

Pour savoir la maniere dont on pourra faire ces experiences, je raporterai ce qui se pratique à l'Observatoire Royal de Paris, que j'accompagnerai de quelque exemple dont on pourra se servir dans l'occasion.

Pour connoître la quantité d'eau de pluye qui tombe à l'Observatoire, on place, dans une Tour découverte, un vaisseau de fer blanc de 4 pieds de superficie, avec des rebors de 6 pouces de hauteur, ce vaisseau est fait en pente vers l'un de ses angles où il y a un bout de tuyau pour conduire l'eau dans une cruche, on a grand soin de mesurer exactement toute l'eau qui est amassée dans cette cruche, avec un vase de figure cubique qui a son côté de 3 pouces, ensorte que 32 lignes de hauteur d'eau dans ce petit vase, valent une demi ligne sur la superficie du grand vaisseau; car il est bon de remarquer qu'on ne remplit point entierement la mesure, & qu'on se contente d'y mettre de l'eau jusqu'à une ligne qui est tracée en dedans à 4 lignes au-dessous du bord. Pour avoir les 32 lignes d'eau dont on vient de faire mention, on écrit sur un Registre toutes les mesures qu'on a ramassées pendant le courant de chaque mois, pour en faire une somme au bout de l'année, dont on prend la moitié pour avoir en ligne la quantité d'eau qui est tombée.

Mr. de Vauban ayant envoyé à l'Academie Royale des Sciences un Memoire de la quantité d'eau de pluye qui est tombée dans la

Cita-

Digitized by Google

Citadelle de Lille pendant 10 années depuis 1685. jusqu'à 1694. Mr. de la Hire a comparé les six dernieres années de l'Observation de Lille, avec les mêmes années qu'il a observées très-exactement à Paris, & en voici le Paralelle.

Anne'es.	a Lille.		a Paris.	
	pouces.	lignes.	pouces.	lignes.
1689.	18	9	18	11 $\frac{1}{2}$
1690.	24	8 $\frac{1}{2}$	23	3 $\frac{1}{2}$
1691.	15	2	14	5 $\frac{1}{4}$
1692.	25	4 $\frac{1}{2}$	22	7 $\frac{1}{2}$
1693.	30	3 $\frac{1}{2}$	22	8
1694.	19	3	19	9
6 Années.	133	6 $\frac{1}{2}$	121	9

Par la Comparaison de ces 6 Années, on voit en general qu'il pleut un peu plus à Lille qu'à Paris, & que la moyenne Année à Lille donne 22 pouces 3 lignes, & à Paris 20 pouces 3 lignes. Cependant on n'en compte ordinairement que 19.

CHAPITRE TREIZIE'ME.

Où l'on donne les Régles générales que l'on doit observer dans la Construction des Bâtimens.

APRE'S avoir expliqué, dans les Chapitres précédens, les propriétés & la distribution des principaux Edifices Militaires, il me reste à faire le détail de beaucoup de choses qui appartiennent à leur construction & à celle des Bâtimens pour les Particuliers dont je ne traiterai qu'en general, parce qu'ils ne font partie de mon Ouvrage, qu'autant qu'un Ingenieur, sans vouloir être Architecte du premier ordre, ne peut ignorer les proportions qu'il faut donner aux parties d'un Bâtiment pour être commode & gratieux. Ce sont ces choses, dis-je, qu'il faut savoir, parce qu'elles se rencontrent souvent dans les Edifices Militaires, qui, quoique très-simples par eux-mêmes, ont pourtant besoin d'être dirigés selon certaines régles desquelles on ne peut s'écarter sans tomber dans quelque défaut. Quant aux détails que j'ai dessein d'insinuer, ils sont de la derniere consequence

Digitized by Google

conséquence, puisque ce n'est que par eux qu'on peut dresser les Devis qui doivent précéder la construction des Bâtimens.

Ces détails sont une intelligence parfaite de la Charpente, de la Menuiserie, de la Serrurerie, des Couvertures de Thuille & d'Ardoise, de la Vitrerie, de la Peinture, du Carelage, du Pavé, en un mot tout ce qui peut tomber sous la direction d'un Ingenieur; & pour peu qu'on en fasse ensuite l'aplication aux ouvrages dont il est parlé dans ceux qui les précédent, je crois qu'en peu de tems un jeune Ingenieur se rendra capable de se bien acquitter des differens Travaux dont les Chefs jugeront à propos de le charger; car je supose qu'il s'est mis au fait du premier, du second, & du troisiéme Livre, où il a dû apprendre ce qui appartient aux gros Ouvrages, & qu'il n'est plus question que de s'instruire des autres plus légers.

Quand on construit un Edifice, il faut donner aux murs des épaisseurs convenables à la hauteur & à la charge qu'ils doivent porter, faisant attention que cette épaisseur dépend aussi de la qualité des pierres dont ils seront composés: ces murs doivent avoir une retraite d'un demi pied au-dessus des fondemens, 3 pouces d'un côté & 3 pouces de l'autre, & chaque étage sera aussi recoupé d'environ 3 pouces en dehors & 3 pouces en dedans, parce qu'ainsi la charge du mur portera à plomb sans qu'on soit obligé de lui donner de talud; l'on fait une plinthe en dehors à chaque étage, pour ne pas rendre ce recoupement sensible.

Pour rendre l'ouvrage plus solide, les encoignures doivent être de pierre de taille autant qu'il est possible, prenant garde d'en éloigner le plus qu'on pourra les fenêtres & les portes, crainte de les trop affoiblir; quant aux murs de refends, on leur donnera la moitié de l'épaisseur de ceux de faces.

L'on observera de ne jamais asseoir les poûtres sur des vuides, comme sur des fenêtres ou portes, & qu'elles ne passent pas dans les cheminées; le vuide doit être assis sur le vuide, comme le plain sur le plain.

Pour la commodité d'un bâtiment, il faut que les apartemens soient voisins les uns des autres, bien arrangés; que les principaux, comme les salles & les chambres, soient accompagnées d'une garde-robe & d'un cabinet, le tout de plain pied: ces apartemens doivent être proportionnés au service auquel ils sont destinés, & quand on est libre de suivre des justes proportions, on se reglera sur celles-ci.

Les salles auront depuis 22 jusqu'à 24 pieds de largeur, & depuis 34 jusqu'à 36 de longueur: aux grands bâtimens, la longueur des

Digitized by Google

ſalles doit être double de leur largeur, les chambres ſeront quarrées comme étant la figure qui leur convient le mieux, & on pourra leur donner depuis 22 juſqu'à 24 pieds ; quant à la grandeur des cabinets & des garde-robes, elle dépend des perſonnes à qui ces ſortes d'endroits conviennent plus ou moins.

Les apartemens au rez-de-Chauſſée pourront avoir depuis 13 juſqu'à 14 pieds de hauteur, celle du premier étage ſera depuis 12 juſqu'à 13, & celle du ſecond, depuis 11 juſqu'à 12, ainſi en diminuant d'un pied ou d'un pied & demi, pour les étages plus élevés.

Les proportions qui conviennent le mieux aux grandes & petites portes, eſt de leur donner pour hauteur, le double de leur largeur ; les portes, par où doivent paſſer les voitures, auront depuis 8 juſqu'à 9 pieds de large ; celles des apartemens ordinaires en auront 3, ou au moins 2 & demi, & celles des grands apartemens & des veſtibules pourront avoir depuis 4 juſqu'à 5 pieds.

Dans la face d'un bâtiment, il faut toûjours obſerver que la porte ſoit dans le milieu, autant que cela ſe peut faire : les portes des apartemens doivent être de ſuite, & opoſées à une fenêtre lorſque le bâtiment retourne d'équerre ; &, dans les étages qui ſont les uns ſur les autres, l'on aura ſoin que les portes ſe répondent à plomb, afin que le vuide repoſe ſur le vuide.

Les grandes fenêtres doivent être proportionnées au lieu qu'elles éclairent ; car, ſi elles ſont trop éloignées & trop petites, elles rendent le lieu obſcur ; ſi elles ſont trop grandes & trop proche les unes des autres, elles affoibliſſent le mur dans lequel elles ſont percées : la meilleure regle eſt de les eſpacer tant plein que vuide, c'eſt-à-dire, que la largeur du tremeau ſoit égale à celle de la croiſée, obſervant que vers les encoigneures (pour ne point affoiblir le mur), il y ait de diſtance, de l'angle du bâtiment au tableau de la croiſée, un tiers ou un quart plus que la largeur de la croiſée même.

Les proportions des grandes fenêtres, ou autrement des croiſées, dependent de leurs ſituations, ſi elles ſont au rez-de-Chauſſée, au premier, au ſecond, ou troiſiéme étage, & de la hauteur de l'étage qui eſt different, ſelon la grandeur des édifices.

Toutes les fenêtres des bâtimens particuliers, & des autres deſtinez aux uſages ordinaires, doivent avoir depuis 4 juſqu'à 5 pieds de largeur.

Pour regler généralement leur hauteur, il ſuffira de dire qu'après avoir pris dans la hauteur de l'étage 3 pieds au plus, qu'il faut

don-

Digitized by Google

donner au mur d'apui, l'on pourra donner le reste de la hauteur sous solives aux croisées: par exemple, si l'étage a 13 pieds de hauteur sous solives, en ayant pris 3 pour l'apui, il en restera 10 pour la hauteur des croisées; ainsi à proportion des autres étages qui sont moins élevés.

On fera en sorte que toutes les fenêtres répondent à plomb les unes sur les autres: s'il y avoit des endroits au second étage ou au troisiéme, où l'on n'auroit pû en faire à cause de la distribution du dedans, qui répondissent à celle des étages au-dessous, il faudroit en feindre, afin que la façade du bâtiment soit reguliere.

Pour les lucarnes des étages en galatas, elles doivent avoir un cinquiéme moins de largeur, que les croisées de dessous, & leur hauteur doit être environ une fois & demie leur largeur.

La grandeur des cheminées doit être proportionnée à celle des places où elles sont situées: les grandes pour les salles & sallons auront 6 à 7 pieds d'ouverture entre leurs jambages, & 4 à 5, depuis le dessous de leur plattebande, & environ 2 pieds de profondeur d'atre; les moyennes pour les chambres seront environ de 4 pieds de largeur, sur 3 de hauteur & de 18 à 20 pouces de profondeur; les petites pour les cabinets peuvent avoir depuis 2 pieds jusqu'à 4 de largeur, & le reste à proportion.

Dans les grands bâtimens, où les murs ont une épaisseur considerable, on peut y faire passer les tuyaux des cheminées; mais, quand cette épaisseur est mediocre, il ne convient pas d'y rien anticiper, parce qu'on affoibliroit trop les murs de refends ou les pignons. Autrefois, les cheminées étoient adossées les unes devant les autres; mais, comme elles chargeoient les planchers, & sailloient trop dans les chambres, on a corrigé ce défaut en les rengeant le long du mur, & en devoyant les tuyaux; mais, comme ce devoyement est desagréable à voir, on pratique des armoires dans les vuides, ce qui rend la chambre reguliere. PLANCH. 35.

Les tuyaux peuvent avoir 3 ou 4 pieds de longueur, sur 10 12 à 15 pouces de largeur, & leur épaisseur doit être de languette de pierre ou de briques de 4 pouces: quant à la situation des cheminées, je crois qu'il n'est pas besoin de dire, qu'il ne faut jamais les adosser contre les murs de face, entre les fenêtres, pour des raisons qui se font assés sentir; ainsi leur veritable place est dans le milieu des murs de refends, desorte qu'elles se presentent en entrant, sans pourtant se trouver vis-à-vis la porte, qui doit, comme on l'a déja dit, être de côté, pour être d'enfilade avec les autres.

Il faut que les souches des cheminées ne causent aucune difformité

mité au dehors d'un bâtiment, & celles qui sont sur le courant du comble & isolées doivent être les plus égales en grosseur, avec le plus de simetrie qu'il est possible, toutes de pareille hauteur, observant qu'elles surmontent le faîte de 3 pieds: leur fermeture doit être d'environ 4 à 6 pouces de jour, pour l'échapé de la fumée, sur la longueur proportionnée à celle du tuyau, avec un petit adoucissement au-dessus.

Les escaliers faisant une des principales parties des bâtimens, il y auroit beaucoup de choses à dire sur le choix de leur place, leur grandeur, & leur figure, sur-tout dans un tems, où il semble qu'on ne peut rien ajoûter à ce que l'on a fait de merveilleux dans ce goût-là. Est-il rien de plus beau que de voir des escaliers qui se soûtiennent d'eux-mêmes en l'air, par l'admirable invention que l'on a trouvée de les évuider dans le milieu? J'avouë, que j'aurois eû un extrême plaisir à traiter ce sujet, pour examiner, avec autant de précision qu'on le peut, le Mécanisme qui doit regner dans la couppe des pierres, pour y trouver les limons & les apuis en courbe rempante, afin que tout puisse s'assembler & se soutenir, sans y employer d'autre matiere que la pierre même; mais, comme cela m'auroit mené trop loin, je me contenterai de raporter quelques regles generales, qu'on doit observer dans la construction des escaliers ordinaires, d'autant que ceux, qui se pratiquent pour la commodité des édifices militaires, n'ont rien de commun avec la magnificence de ceux qui peuvent avoir lieu dans les grands édifices.

Pour ne rien interrompre dans la suite des apartemens du dedans du corps de logis, on faisoit autrefois des escaliers, au milieu de la face en dehors, dans des tours separées; mais, comme ces tours defiguroient la simetrie exterieure, on a jugé plus à propos, par la suite, de les placer en dedans, au milieu du corps de logis, pour donner la communication à deux apartemens separés à droit & à gauche: là, ils étoient bien en vûë & bien éclairés, ne gâtoient rien à la décoration; & lors qu'il s'agissoit d'un bâtiment simple & de peu de profondeur, il suffisoit d'avancer de part & d'autre un avant-corps de la largeur de l'escalier, sur chacune des faces, pour trouver assés de longueur aux rampes, que l'on faisoit ordinairement doubles, afin que pratiquant un passage sous le premier palier, à l'endroit de la seconde rampe, l'on pût communiquer de la cour au jardin: cette avance, que l'on faisoit dans le milieu du corps de logis pour placer l'escalier, donnoit tant de grace au bâtiment, & rendoit l'escalier si commode, que je ne crois pas que l'on puisse mieux faire, que de suivre cet usage; quoique dans

Digitized by Google

dans ces derniers tems on se soit plûtôt attaché à les placer dans les coins, à l'imitation de ce qui se pratique en Italie, où l'on affecte de faire passer ceux qui vont à l'escalier par plusieurs membres engagés l'un dans l'autre: cependant, comme un escalier placé dans le milieu occupe la plus belle place du bâtiment, dont on peut se servir plus avantageusement pour un sallon, il vaut mieux, quand on le peut, le mettre de côté.

Quant à la figure que l'on peut donner aux escaliers, ceux, qui sont dans des cages quarrées, ou quarrés longs, conviennent mieux aux bâtimens considerables, que les autres qui seroient disposés en rond, en ovale, ou à pans, à moins qu'on n'y soit contraint par quelque raison indispensable.

La grandeur des escaliers doit être proportionnée à celle des édifices à l'usage desquels ils sont destinés, & par consequent doit dépendre de cette partie d'Architecture, qui fait distribuer l'espace que les apartemens doivent occuper, ensorte que chaque membre soit proportionné à tout le reste: la seule chose, qui peut être commune aux grands & aux petits escaliers, est la hauteur des marches par raport à leur grandeur, celle des balustres & des apuis, parce que ce sont des choses qui servent à des usages, qui se font de même par tout.

La moindre largeur, qu'on puisse donner à la rampe d'un escalier principal, est de 4 pieds, pour que deux personnes puissent monter & descendre de front sans s'incommoder: la hauteur des apuis & des balustres doit être au plus de 3 pieds, & au moins de deux pieds & demi; quant à la hauteur des marches par raport à leur largeur, voici une Regle que Mr. Blondel donne dans son Cours d'Architecture, que j'ai cru à propos de raporter ici.

La longueur du pas aisé d'un homme qui marche de niveau est de 2 pieds, c'est-à-dire de 24 pouces, & la hauteur de celui qui monte à une échelle dressée à plomb n'est que d'un pied ou de 12 pouces, d'où il paroit que la longueur naturelle du même pas à plomb est la moitié de la hauteur naturelle du pas étendu de niveau; ainsi, pour les joindre l'une avec l'autre, comme il se fait dans toutes les rempes, il faut que chaque partie en hauteur soit par compensation prise pour deux parties de niveau, & que l'une & l'autre, pour composer un pas naturel, fassent ensemble la longueur de 2 pieds ou de 24 pouces: pour cet effet, si dans une rempe vous ne donnés qu'un pouce de hauteur à la marche, il faudra lui donner 22 pouces de largeur, parce que 22 pouces de niveau avec le pouce de hauteur, qui vaut deux pouces de niveau, font ensemble la lon-

gueur du pas naturel de 24 pouces ; si la marche à 2 pouces de hauteur qui valent autant que 4 pouces de niveau, elle n'aura que 20 pouces de large, qui font ensemble 24 pouces ; à 3 pouces de hauteur, qui en valent 6 de niveau, il n'en faudra que 18 de large ; à 4 pouces de hauteur, qui valent 8 pouces de niveau, il faut 16 pouces de large ; à 5 pouces de hauteur, 14 pouces de giron ; à 6 pouces de haut, 12 pouces de large ; à 7 de haut, 10 de large ; à 8 de haut, 8 de large ; à 9 de haut, 6 de large ; & ainsi du reste ; ce qui se trouve faire un parfaitement bon effet, comme l'experience le montre.

Pour rendre un Escalier commode, il faut prendre garde de ne point faire les marches trop élevées : pour cela, il ne faut jamais leur donner plus de 6 pouces de hauteur, & moins encore si on le peut, & régler la largeur du giron selon la régle précédente ; quand on ne peut pas leur donner autant de largeur qu'on le desire, il faut les faire saillir d'un pouce, & tailler cette partie en quart de rond.

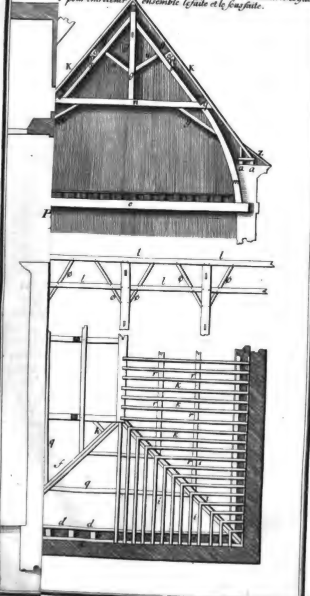
Il y a des Architectes, qui veulent qu'on fasse les marches un peu inclinées sur le devant, pour les rendre plus faciles & plus commodes, quand on est tellement contraint par l'espace qu'on ne peut leur donner une largeur convenable ; mais, quand cela arrive, il vaut beaucoup mieux faire cette pente du sens oposé, c'est-à-dire qu'en montant la pointe du pié soit un peu plus basse que le talon, cette pente aidant tellement à monter, qu'il semble que l'on marche de niveau : on a voulu aussi faire le giron des marches un peu creux dans le milieu, pour rendre la montée plus douce ; mais, cette pratique est très-dangereuse, l'experience faisant voir que ces sortes d'Escaliers sont difficiles à descendre, le pied n'y étant jamais assuré.

La principale chose, que l'on doit observer en construisant un Escalier, est de faire ensorte qu'il soit bien éclairé ; & comme on ne peut tirer du jour que des ouvertures qui sont assujetties au reste du bâtiment, il faut bien prendre garde au choix du lieu & à la disposition des rempes, pour qu'il n'y ait aucun endroit qui ne soit bien éclairé, soit par des fenêtres qui répondent au milieu de chaque rempe, sur les paliers, ou par les flancs ; mais, il faut éviter que les fenêtres soient coupées par les rempes, comme cela se fait assés communément, rien n'étant plus disgracieux à la vûë. Mais ce qu'on vient de dire doit suffire pour ce sujet, passons à ce qui regarde les combles.

Les Architectes sont assés partagés sur la hauteur qu'il faut donner aux combles : les uns veulent qu'ils fassent un triangle équilateral, les autres un triangle rectangle & isocelle, d'autres enfin prennent un milieu entre ces deux-ci & leur donnent pour hauteur les trois

Digitized by Google

La S entretoises . c . Blochets . d Pas de Chevron . e . Tirans . f Areliers
ts . j Empanons . k . Chevrons . l Faites . m . jambes de force
p . Chantignole . q . pannes de brises . r . Cours de pannes
res . u Contrefiches . x . jambetes . y . Esseliers ou liens . z . Coyaux
s pour entretenir ensemble le faite et le sous faite .



Google

trois quarts de la largeur du bâtiment; cette proportion est fort bonne, ne rendant point les toits trop plats ni trop élevés, je l'aimerois mieux qu'aucune autre. Il faut avouër qu'autrefois on les faisoit d'une hauteur excessive, comme on le voit encore aujourd'hui à une quantité de bâtimens dont les combles sont plus élevés que les murs de face, défaut qui choque le bon-sens, & qui n'est point pardonnable; car, à quoi bon employer une Forest de bois pous charger inutilement des murs qui semblent plier sous le poids dont ils sont accablés: il est vrai qu'on avoit alors dessein de donner plus d'écoulement à la neige & aux eaux pluviales; mais, quand les toits ont une pente d'environ 50 dégrés, l'experience montre que les étages les plus élevés, comme les Greniers, n'en sont pas moins secs.

Les combles à la *Mansarde*, que l'on nomme aussi *combles brisés*, ont fort bonne grace, & c'est ce que l'on a imaginé de mieux pour la couverture des maisons qui n'ont guére d'élevation & qui sont isolées, comme la plûpart de celles que l'on fait à la campagne: un avantage encore de ces sortes de combles est de rendre l'étage en galetas fort habitable, presque quarré, & les jouës des Lucarnes fort petites.

Bullet, pour faire le comble à la Mansarde, décrit un demi, cercle dont le diametre est supoſé égal à la largeur du bâtiment: il divise ensuite ce demi-cercle en quatre parties égales, pour tracer la moitié d'un octogone, dont deux des côtés répresentent le vrai comble, & les deux autres ce qu'on apelle faux comble.

Mr. Daviller, dans son Cours d'Architecture, n'approuve point cette construction, parce qu'en effet elle rend le toit trop plat; il en propose une autre en termes assés obscurs, qui me paroit aussi sujette à plusieurs inconveniens: ainsi, n'ayant rien vû dans les autres de satisfaisant sur ce sujet, j'ai pris le parti de chercher moi-même si je ne trouverois pas une méthode de tracer le comble à la Mansarde, qui fût plus reguliere que celles qui sont venuës à ma connoissance; la voici.

Il faut décrire un demi-cercle *ADB*, dont le diamêtre sera égal à la largeur du bâtiment hors d'œuvre, tracer dans ce demi-cercle la moitié d'un décagone regulier *ACFGEB*, ce qui se fait en divisant le raïon en moyenne & extrême raison pour avoir la mediane qui sera le côté du décagone, ensuite tirer les deux lignes *CA* & *EB*, qui exprimeront les côtés du faux comble; & si l'on divise l'arc *CDE*, en deux également au point *D*, & qu'on tire les cordes *DC* & *DE*, elles acheveront la figure *ACDEB*, de la Mansarde, qui aura fort bon-

PLANCH. 35.

Digitized by Google

bonne grace, n'étant ni trop élevée ni trop écrasée.

Après avoir donné les régles generales qu'on doit suivre dans la construction des bâtimens, il sera aisé d'en faire l'aplication à ceux que l'on construit pour l'Etat Major, dans les Citadelles, Forts, &c. C'est pourquoi je passerai legerement sur cet article, & dirai seulement un mot de la distribution qui peut convenir pour ces sortes de logemens.

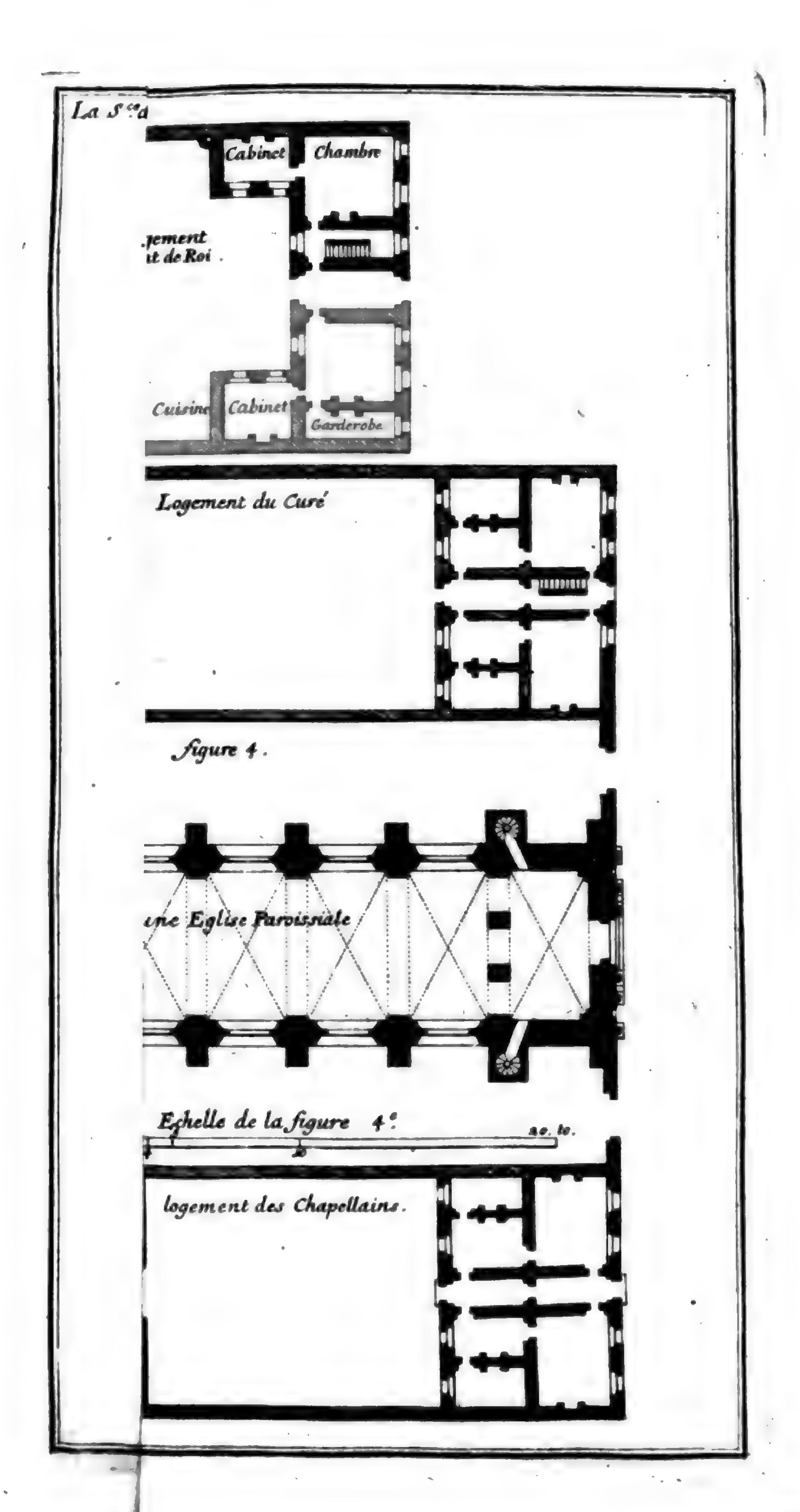
Il faut que le logement d'un Gouverneur soit composé de trois parties principales, savoir du corps de logis avec sa cour, de la basse-cour, & du jardin: son apartement doit être au premier étage, & consistera à une anti-chambre, une chambre, un cabinet, & une garde-robbe; & suposant que l'escalier soit dans le milieu du corps de logis, l'on doit regler de l'autre côté un second apartement semblable à celui-ci pour des gens de consideration que le Gouverneur seroit obligé de recevoir, le second étage sera distribué pour les principaux domestiques, & le troisiéme pour les laquais & les fournitures de la maison: dans le rez-de-Chaussée on y ménagera une salle à manger, une cuisine, un garde-manger, une office, une chambre & un cabinet pour les Officiers de la Garnison quand le Gouverneur veut déliberer avec eux de quelque chose qui regarde le service.

Dans la basse-cour, on doit y mettre les hangards pour le bois de la maison; les écuries & les greniers au-dessus de ces bâtimens serviront pour les Fourages: à l'égard de la disposition du jardin, je n'en parlerai point, puisqu'elle dépend du lieu, je raporterai seulement le Plan de la maison que je viens de décrire, que l'on trouvera sur la Planche 40. aussi-bien que ceux des logemens du Lieutenant de Roi & du Major.

PLANCH. 36. Dans les Villes fortifiées qui sont habitées depuis long-tems, il y a ordinairement assés d'Eglises pour faire le service divin; mais s'il s'agissoit d'une Place neuve, il faudroit au moins une Paroisse dont la grandeur fut proportionné: au nombre des habitans, par exemples dans les Villes à six Bastions Royaux, l'Eglise doit avoir 35 toises de longueur dans œuvre sur 6 toises de largeur, avec deux Chapelles de 20 pieds de large sur 24 de longueur: à droite & à gauche de l'Eglise, il faudra faire des logemens pour le Curé & pour le Chapelain, dont la distribution aussi-bien que celle de l'Eglise doit être à peu-près comme on le voit marqué sur la même Planche.

CHA-

Digitized by Google



La S.te d
Cabinet
Chambre
.gement
.t de Roi
Cuisine
Cabinet
Garderobe
Logement du Curé
figure 4.
une Eglise Paroissiale
Echelle de la figure 4e.
logement des Chapellains.

Digitized by Google

CHAPITRE QUATORZIE'ME.

Qui comprend plusieurs détails nécessaires à l'execution des Bâtimens.

APRE'S avoir donné dans le Chapitre précédent les régles generales qu'on doit observer dans la construction des bâtimens, il me reste à parler dans celui-ci de tout ce qui apartient à leur execution, car ne considerer les choses qu'en gros, c'est n'en donner qu'une connoissance surperficielle; il faut entrer dans les détails, & il n'y en a pas qui ne soient d'une utilité indispensable, comme on le va voir.

Détail de la Charpente, des Combles, des Planchers, de la Menuiserie, des Portes, & Fenêtres.

Les combles se font toûjours par travées, & l'on apelle *travée*, la distance d'une ferme à l'autre, qui est ordinairement de 10 ou 12 pieds: chaque ferme est posée sur une poûtre, dont la grosseur dépend de sa longueur, par consequent de la largeur du Bâtiment; & comme les dimensions de toutes les autres pieces doivent être aussi proportionnées à cette largeur, afin qu'elles ne soient ni trop fortes ni trop foibles par raport à la portée qu'elles auront, nous suposerons qu'il est question d'un bâtiment de 30 pieds de largeur qui est un milieu entre 24 & 36 pieds, qu'on peut regarder comme la moindre & la plus grande largeur des bâtimens ordinaires. PLANCH. 35.

Les piéces qui composent une ferme sont *les jambes de force*, qui ont 8 à 9 pouces de gros; *l'entrait*, qui sert à soûtenir les *arbalestriers* & à assembler les jambes de force, en a 8 à 9 posé de cant; les *aisselieres* qui servent à lier les jambes de force avec l'entrait, en ont 7 à 8; le poinçon 8 en quarré; les *contre-fiches* qui servent à soûtenir les arbalestriers 6 à 7, & les arbalestriers 8 à 9.

Les autres piéces d'un comble sont le *faite*, le *soû-faite*, les *pannes*, & les *chevrons*. L'un & l'autre faîte a 6 à 8 pouces en quarré, & les chevrons ordinairement 4 aussi en quarré, posés de quatre à la latte, c'est-à-dire environ à un pied de distance. Quand on met des *plattes-formes* sur l'entablement pour recevoir le pied des chevrons, elles doivent avoir 4 à 8 pouces; & lorsque l'entablement a beaucoup de saillie, l'on employe des *coyeaux* pour l'égoût du com-

 ble,

Digitized by Google

ble, afin de conduire les eaux de pluye à quelques pieds au-delà du mur de face: ces coyeaux ne sont autre chose que des bouts de chevrons, dont l'une des extrêmités est coupée en *bezeau* pour être apliquée sur les chevrons mêmes, les pannes reposent sur des tassaux, & ces tassaux sur l'échantignolle, l'un & l'autre arrêté sur les arbalestriers avec des chevilles de bois.

Pour les planchers, je croi qu'il n'est pas necessaire d'insinuer combien il est de conséquence que les poutres & les solives soient de bon bois coupées depuis plusieurs années, puisqu'on n'ignore point le danger qu'il y auroit à les employer de mauvaise qualité. A l'égard des dimensions des poutres, j'en ai assés dit dans le second & le troisiéme Chapitre de ce Livre, pour qu'on soit en état de juger de la grosseur qu'il conviendra leur donner.

Les principales piéces de Charpente d'un escalier sont les *patins* sur lesquels elles sont posées, les *limons* par lesquels on les assemble, les *poteaux* qui servent à porter les limons, les *planchers* des paliers, les *apuis*, les *balustres*, & les *marches*.

Les patins ont 8 à 9 pouces de gros, les poteaux 4 à 6, la grosseur des limons doit se régler par raport à leur longueur qui dépend de la grandeur de l'escalier; mais communément on leur donne 6 à 8 pouces, posés de cant: les balustres ont 3 ou 4 pouces de grosseur, & les apuis qui sont posés dessus 4 à 6, les marches ont 5 à 7 pouces posées sur le cant, pour les grands escaliers, & pour les petits, on ne leur en donne que 4 à 6, à l'égard des pieces qui portent les paliers, il faut qu'elles soient de bon bois, parce qu'elles soûtiennent les rempes dont elles facilitent la communication, c'est pourquoi on ne peut guéres leur donner moins de 6 à 8 pouces de grosseur & même 8 à 10 quand elles ont une certaine longueur.

Les principaux ouvrages de Menuiserie, qui ont lieu dans les bâtimens militaires, sont les portes & les croisées. On donne ordinairement aux petites portes d'un apartement un pouce d'épaisseur, collé & emboëté par en haut & par en bas. Les portes ordinaires ont environ 15 lignes d'épaisseur, & quand on veut les faire d'assemblage on leur en donne jusqu'à 18, parce qu'alors on fait une moulure en forme de cadre des deux côtés, les *panneaux* ont un pouce d'épaisseur, les *chambranles* ont 5 à 6 pouces de largeur, sur 2 pouces d'épaisseur ornés de moulures, & l'on fait des embrasemens assemblés à panneaux.

Pour les portes cocheres, on donne à leur *battant* 8 à 9 pouces de largeur sur 4 d'épaisseur, les *bastis* qui sont en dedans ont 3 pouces, les *cadres* 4, & les panneaux un pouce & demi.

Les

Digitized by Google

Les croisées sont ordinairement à panneaux ou à carreaux; on ne se sert plus guére aujourd'hui de celles à panneaux, les autres étant beaucoup plus belles & d'un meilleur usage: aux croisées ordinaires de 4 pieds de largeur on donne un pouce & demi sur 2 & demi aux *chassis dormans*, quand on y fait entrer les chassis à verre, on leur donne 8 pouces; aux *maneaux* 3 pouces en quarré, un pouce & demi sur 2 pouces & demi, aux *batans* des chassis à verre, & aux *petits bois* ou croisillons, on leur donne environ un pouce en quarré. Aux grandes croisées, les chassis dormans doivent avoir 3 pouces sur 4, les maneaux de même, les battans des chassis à verre 2 pouces d'épaisseur sur 3 ou 4 pouces de large, & les croisillons un pouce & demi.

Pour empêcher que la pluye qui tombe vers les apuis n'entre dans les apartemens, il faut faire la traverse d'enbas du chassis à verre assés épaisse pour y faire des renverseaux, & pour cela on fait cette piéce pardessus en quart de rond, & le dessous en mouchette pendante pour jetter l'eau à une certaine distance.

La traverse du *maneau* se place plus haut que la moitié de la hauteur de la croisée d'environ un sixiéme de cette même hauteur, afin que la vûë ne soit point barrée par cette traverse, & que la croisée en ait plus de grace; à l'égard de la hauteur des carreaux, il faut leur donner environ un sixiéme de plus que leur largeur.

Détail des Couvertures de Thuille & d'Ardoise.

L'on distingue ordinairement trois sortes de thuille: la premiere est celle du grand moule, qui a 13 pouces de long & 8 de large, on lui donne 4 pouces de purreau où d'échantillon: la seconde est le moule bâtard dont nous ne dirons rien, parce qu'il n'est plus d'usage: la troisiéme, celle du petit moule qui a environ 10 pouces de long, sur 6 de large; on lui donne 3 pouces de pureau: il faut environ 150 thuilles du grand moule, pour faire une toise quarrée de couverture, & près du double, c'est-à-dire, 300 thuilles du petit.

La latte, dont on se sert pour les couvertures de thuille, s'apelle *latte quarrée*, elle doit être de bon bois de chêne de droit fil, sans nœuds ni aubier, elle se vend en botte, & la botte contient 50 lattes de 4 pieds de long chacune; quand les chevrons sont à un pied de distance les uns des autres, chaque latte est clouée sur quatre chevrons, avec cinq ou six clouds, & comme il reste trois espaces de chevrons entre les deux extrêmités d'une latte, on met une contre-

latte clouée de deux en deux contre-lattes, & la distance d'une latte du dessus à celle du dessous, qui est ce qu'on apelle pureau, est ordinairement d'un tiers de la hauteur de la thuille, prise au-dessous du crochet.

Quand on employe des thuilles du grand moule, il faut environ 30 lattes par toises quarrées de couverture, 36 quand on se sert de celles du petit moule, ce qui demande l'un portant l'autre 190 clouds.

Pour que la thuille soit bonne, elle doit être faite d'une argille bien grasse, qui ne soit ni trop rouge ni trop blanche, & si bien cuite, que lors qu'on la suspend avec un fil pour la fraper, elle rende un son clair & net, ce qui n'arrive pas quand elle est mal cuite, alors elle s'écaille & tombe par morceaux, on observera aussi que la plus vielle cuite est la meilleure.

Nous avons en France de deux sortes d'ardoise, dont l'une se tire de Meziere & de Charleville, & l'autre vient d'Angers: cette derniere est beaucoup plus estimée que celle de Meziere & de Charleville; mais, en général, la meilleure est celle qui est la plus noire, la plus luisante est la plus ferme.

Il y a à Angers de trois sortes de grandeur d'ardoise: la premiere s'apelle la grande quarrée forte, il en faut environ 200 pour faire une toise quarrée: la seconde s'apelle grande quarrée fine, il en faut 180 par toise: la troisiéme s'apelle petite fine, il en faut 340 par toise.

On donne pour pureaux à l'ardoise aussi-bien qu'à la thuille, le tiers de sa hauteur, & les lattes sur lesquelles elles sont attachées, s'apellent *lattes volisses*, & ces lattes qui sont beaucoup plus larges que celles qui servent aux couvertures de thuille, se touchent presque l'une l'autre, elles se vendent aussi par bottes, & chaque botte contient 25 lattes, une botte fait environ une toise & demi de couverture, la contre-latte est de bois de sciage.

Pour employer un millier d'ardoise, suposant qu'elle ait un pied de long & 5 à 6 pouces de large, qui est la plus en usage, il faut 150 lattes, & 10 ou 12 toises de contre-lattes, il faut environ 12 clouds pour attacher chaque latte sur les chevrons, & au moins trois clouds pour chaque ardoise.

L'on se sert ordinairement de thuille, pour faire les égoûts des couvertures d'ardoise; &, afin de les rendre de la même couleur, on les peint à l'huile.

Le plomb, dont on couvre les enfaîtemens des combles d'ardoise & des arrestieres, doit avoir une ligne d'épaisseur, & environ 20 pouces

Digitized by Google

pouces de large, on le maintient avec des chrochets posés le long de l'enfaîtement, dont il y en a un sur chaque chevron: l'enfaîtement des lucarnes se couvre aussi de plomb de même épaisseur, mais pas tout à fait si large, puisqu'il suffit qu'il ait 15 pouces; celui, que l'on employe pour couvrir les œils de bœuf & les nouëds, est aussi de même espece.

Le plomb pour les cheneaux, que l'on met sur les enfaîtemens, doit avoir une ligne & demi d'épaisseur, & 18 pouces de largeur, & celui des bavettes au-dessus des mêmes cheneaux est aussi de même qualité: il faut donner aux cheneaux environ un pouce de pente par toise, pour l'écoulement de l'eau, que l'on soûtient par des crochets posés aussi sur chaque chevron.

Le plomb du tuyau de descente doit avoir deux lignes d'épaisseur, & le tuyau 3 pouces de diamétre, & leurs entonnoirs ou hottes pesent ordinairement 50 ou 55 livres, & l'on soûtient cet entonnoir & son tuyau, par des crochets posés de distance en distance.

Quand on ne veut point faire la dépense d'un tuyau pour conduire les eaux jusqu'en bas, on fait une goûtiere qui porte l'eau environ cinq pieds hors de l'égoût, afin que le pied du mur ne s'en ressente point; cette goûtiere doit être soûtenue par une bande de fer.

Comme le plomb se vend à la livre, l'on saura qu'un pied quarré sur une ligne d'épaisseur pese environ 5 livres & demi; sur ce principe, il sera aisé de connoître le poids des tables de plomb, quand on en saura l'épaisseur.

Detail de la Vitrerie.

Le plus beau Verre qui s'employe en France se fait dans la Forêt de Leonce, près de Cherbourg en Normandie: il se vend à la somme ou au pannier, qui comprend 24 plats de verre, qui ont 30 ou 32 pouces de diamêtre, & le pannier se vend presentement sur les lieux 25 livres, après en avoir valu 50 & 55 il y a quelques années; mais, le Roy en a reglé le prix par un Arrêt rendu en 1724. & l'a taxé comme je viens de dire à 25 liv.

Quand les plats sont entiers sans aucun accident, & qu'ils ont 30 à 32 pouces de diamêtre, on peut en tirer environ 5 pieds quarrés; ainsi, un pannier, où il n'y a point de plat rompu, peut fournir 120 pieds.

Ce sont ordinairement les Marchands Verriers, qui se chargent de faire voiturer les panniers de verre aux differens endroits où les

Digitized by Google

Vitriers en demandent: & il y a une convention généralement reçûë entr'eux, qui est que les Marchands Verriers n'indemniseront les Vitriers des plats de verre qui pourront se casser en chemin, que lors qu'il y en aura plus de sept d'endommagés; c'est-à-dire, que s'il n'y en avoit que cinq ou six, le Vitrier doit recevoir le pannier comme si tous les plats étoient entiers; mais si au contraire il s'en trouvoit plus de sept de rompus, alors les Vitriers ont une indemnité de 20 sols par plat, desorte que s'il y en a neuf ou dix de rompus, c'est neuf ou dix livres que le Marchand doit diminuer.

Il y a encore une autre sorte de verre pour la vitrerie que l'on tire de Lorraine; qui n'est pas à beaucoup près si beau que celui de Normandie, parce qu'il est plein de pustules & très rude, mais il est plus épais que le précedent; c'est pourquoi on ne laisse pas de s'en servir dans les endroits qui ont beaucoup à soufrir du vent, & qui ne sont pas de consequence; ce verre se vend au ballot, & dans chaque ballot il y a 20 liens, chaque lien contient six tables ou plats de verre, dont on ne peut guere tirer de chacun plus de 2 pieds & demi de verre en quarré, ainsi le ballot ne fournit qu'environ 360 pieds quarrés.

Moyennant toutes ces petites connoissances, il sera aisé de juger du prix que doit valoir le pied quarré de verre, en quelque endroit du Royaume que l'on soit; puis qu'étant prevenu de ce qu'il se vend sur les lieux, de ce qu'il en peut couter pour la voiture, & de ce que chaque plat peut donner, il n'en faut pas davantage pour savoir si le marché que l'on veut faire est raisonnable où non: il est bon de prendre garde que tous les Vitriers du Royaume, excepté ceux de Paris, ont en usage parmi eux un pied qui n'a que 10 pouces de roi, & que par consequent on doit avoir égard à cette difference dans les marchés que l'on fait, afin de n'avoir point de diticulté pour le toisé; mais, il faut remarquer que la valeur du pied quarré de verre doit dépendre aussi de la grandeur des carreaux; que quand ils sont d'une belle grandeur, comme par exemple de 10 pouces sur 8, on n'en peut tirer qu'un petit nombre du même plat, & que par conséquent il faut entrer dans le dechet, qui sera alors plus considerable que si les carreaux n'étoient pas si grands, car je supose toûjours qu'il n'est point question des panneaux, & qu'il s'agit des croisées comme on les fait aujourd'hui; enfin j'ajouterai, que quand on toise une ou plusieurs croisées, on ne s'amuse point à compter les carreaux, mais que l'on mesure la largeur & la hauteur des fenêtres, sans y comprendre les chassis, & qu'on toise tant plein que vuide, sans diminuer la difference que causent les croisillons ou petits bois.

Pour

Digitized by Google

Pour empêcher que l'air ne passe entre les carreaux & les croisillons, l'on a coutûme d'entourer de plomb les carreaux, ou de les coler avec du papier, dont on se sert plus volontiers, parce que les carreaux en sont plus clos: cependant, comme le papier se détache à la pluye, ce qui oblige de les renouveller de tems en tems, on se sert depuis peu d'un mastic excellent pour cela, & qui y étant une fois apliqué se conserveroit des siécles entiers sans être renouvellé, ayant la proprieté de se durcir à l'air, & comme l'usage de ce mastic n'est connu que de peu de Vitriers, en voici la composition qui est fort simple.

On prend du blanc d'Espagne, que l'on réduit en poudre, avec laquelle on fait une pâte qui se petrit avec de l'huile de noix ou de lin, & quand cette pâte est molle à peu près comme de la terre glaise, on l'aplique avec un couteau dans la feüillure, où l'on fait un cadre d'environ 2 ou 3 lignes de largeur, & comme ce mastic fait un talud, il contribue à conserver le chassis contre la pourriture, parce que l'eau qui tombe sur les feüillures d'embas, coule & ne sejourne point: il est surprenant de voir que quand ce mastic est sec, il devient si dur, & tient les carreaux si fermes, qu'il est impossible de pouvoir les détacher sans les casser par morceaux, ce qui cause une difficulté quand on veut renouveller ceux qui se trouvent rompus; mais, on peut empêcher que ce mastic ne dévienne si dur, en se servant de l'huile de navette préferablement à toute autre; l'experience faisant voir qu'il se détache plus aisément quand on est contraint de le faire.

Détail du Pavé de Grais, de celui de Brique & de Carreaux.

On se sert ordinairement de deux sortes de pavés de grais, dont l'un s'apelle gros pavé, & l'autre pavé d'échantillon; le premier, qui peut avoir 7 à 8 pouces en quarré, sert pour paver les ruës & les grands chemins, il s'employe à sec avec du sable, on le bat & on le dresse à la demoiselle, il y a si peu de façon à le mettre en usage, que ce n'est presque point la peine d'en parler.

Le pavé d'échantillon se distingue aussi en gros & en petit, le gros n'est autre chose que des grais de 7 à 8 pouces fendus en deux, on l'employe avec du mortier composé de chaux & de ciment, pour paver les cours & autres lieux qui demandent quelque attention; le pavé de petit échantillon est le plus souvent composé de cailloux de couleur bleuâtre, comme il s'en trouve dans certaine Province, il sert dans les Fortifications pour paver les Platte-Formes

Digitized by Google

mes des tours, le deſſus des Voûtes des Portes de Ville, à l'endroit du rempart où ces Voûtes ne ſont point couvertes par un bâtiment, alors on le met en œuvre avec beaucoup de précaution, ſe ſervant de mortier de ciment, afin que les cailloux ſoient bien unis les uns contre les autres, & qu'après en avoir dirigé les pentes qui doivent être au moins d'un pouce par toiſe, les eaux de pluye coulant deſſus ſans qu'elles puiſſent s'y arrrêter, ni s'introduire dans leurs intervalles.

Il eſt aſſez difficile d'eſtimer au juſte la quantité de cailloux qu'il faut par toiſe quarrée, parce que cela dépend de leur groſſeur, qui eſt ſujette à une grande varieté; cependant, l'experience montre qu'avec une toiſe cube, on peut faire dix toiſes quarrées de pavé, & qu'il faut environ 100 gros pavés de 7 a 8 pouces en quarré l'un portant l'autre, pour faire une toiſe quarrée, & deux tombereaux de ſable.

Les planchers des Cazernes ſe pavent le plus ſouvent avec de la brique, parce que les carreaux n'y reſteroient pas long-tems entiers: il eſt vrai que cela charge beaucoup les poutres & les ſolives; c'eſt pourquoi il faut y avoir égard, pour ne pas faire les planchers trop foibles.

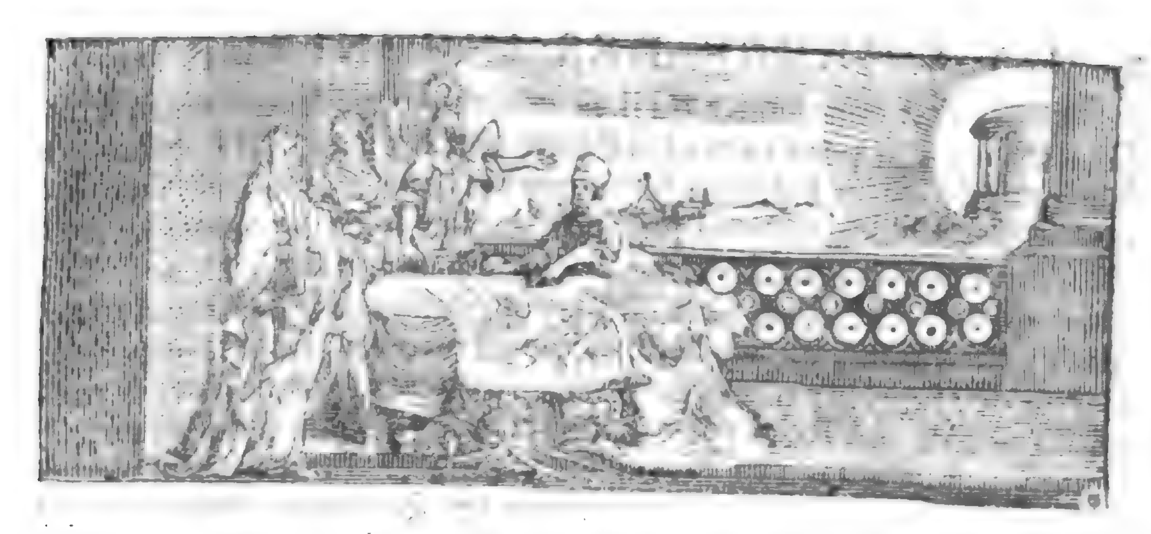
Quand on ſe ſert de briques de 10 pouces de longueur, ſur 5 de large & 2 & demi d'épaiſſeur, il en faut 90 poſées de plat pour faire une toiſe quarrée, & environ deux tiers d'un ſac de chaux, & le ſable à proportion.

Si l'on veut poſer les briques de cant, pour rendre le pavé d'un meilleur uſage, il en faut le double que quand elles ſont poſées de plat, c'eſt-à-dire 180 pour une toiſe quarrée, un ſac de chaux, & le ſable à proportion.

Pour paver les chambres des pavillons, on ſe ſert ordinairement de carreaux, qui peuvent être de differente grandeur & figure, les plus communs ſont quarrés, & ont ſix pouces de côté, d'autres en ont 8 à 9; de ceux-ci il en faut 64 pour faire une toiſe quarrée, deux tiers d'un ſac de chaux, & le ſable à proportion; il y en a d'autres à ſix pans, & qui étant employés font un meilleur effet que les quarrés: les échantillons les plus ordinaires de ces derniers ſont de 8, de 6, & de 4 pouces de diamétre; quand on les employe dans les bâtimens qui ont pluſieurs étages, il eſt bon de ſe ſervir des plus grands au rez-de-Chauſſée, & des autres plus petits aux étages ſuperieurs, parce qu'ayant moins d'épaiſſeur, ils ne chargent pas tant les planchers.

Fin du quatriéme Livre.

Digitized by Google



LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE CINQUIE'ME.

Où l'on enseigne tout ce qui peut appartenir à la Décoration des Edifices.

L'ART de décorer les Edifices renferme tant de choses interressantes & utiles, que j'ai crû ne pouvoir me dispenser d'en donner un petit Traité, qui contint succinctement les Maximes les plus aprouvées des meilleurs Architectes: je sai bien que la plûpart des Ingenieurs s'y attachent peu, les autres parties de leur métier étant assés étendues pour les occuper entierement; cependant, si l'on fait reflexion que ce n'est que par la connoissance des Ordres d'Architecture qu'on peut acquerir le bon goût & cette grace qui sied si bien dans les Ouvrages mêmes les plus

Digitized by Google

rustiques, l'on conviendra qu'il se rencontre mille occasions d'en faire usage, soit pour orner les Portes des Villes, les Guerites de Maçonnerie, & les Edifices Militaires en general, puisqu'il faut necessairement certains principes pour profiler selon les regles les parties d'un entablement, & même celles de la moindre corniche : d'ailleurs, quelle satisfaction n'est-ce pas pour ceux qui se piquent d'avoir quelque connoissance au-dessus des autres, de pouvoir juger du mérite des superbes monumens qui marquent de toute part la magnificence de nos Roys ; & que pourroit-on penser si on les voyoit au milieu du Château de Versailles y admirer comme le Peuple les beautés qu'on y trouve, sans en avoir un sentiment plus éclairé ? Il est des choses que l'on ne peut ignorer sans se faire tort, on n'excuse point aisément un galant homme qui n'a nulle connoissance de la Fable, ni de l'Histoire, à plus forte raison seroit-on en droit de trouver à redire si un Ingenieur ne savoit pas faire la difference d'un Ordre Toscan d'avec un Corinthien, ce n'est pas que je pense qu'il y en ait beaucoup dans ce cas, je suis fort éloigné d'un préjugé si injuste, les entretiens que j'ai eus avec plusieurs sur cette matiere m'ont fait voir qu'il s'en trouvoit d'aussi capables de construire un Palais, qu'une demi-Lune ou une contre-Garde, je veux seulement desabuser ceux qui veulent s'attacher aux Fortifications de l'opinion que Vitruve, Palladio, Vignole, & Scamozzy, sont des Auteurs qui ne les interessent pas, s'imaginant qu'il leur suffit de savoir tracer sur le Papier un front de Poligonne pour être d'habiles gens, & que tout ce qui ne tend pas directement à la maniere de fortifier les Places regarde le ministere des Architectes plûtôt que le leur, il y en a même qui croiroient déroger s'ils s'y apliquoient, comme s'il y avoit plus de gloire de faire bâtir un corps de Cazernes qu'un Portique.

Malgré tout ce que je pourrois dire pour justifier les raisons que j'ai eües de parler de la Décoration, ce n'a pas été sans peine que je me suis déterminé à écrire sur un sujet si délicat, les Bibliotheques étant remplies d'une grande quantité de Livres qui semblent avoir épuisé la matiere ; car, il faut avoüer que cette Science, après avoir éte long-tems ensevelie sous les ruines des Edifices antiques, est parvenue ajourd'hui à un dégré de perfection qui la met au-dessus de son ancienne splendeur, & qu'il faut être bien habile ou bien téméraire, pour ajoûter quelque chose aux préceptes que tant de grands hommes nous ont laissés, aussi n'est-ce pas mon dessein, n'ayant eû en vûë que de rendre mon Ouvrage complet, en évitant aux Lecteurs la peine d'étudier un grand nombre de Traités, où il n'est

n'est pas aisé de faire un bon choix des meilleures régles. Ainsi, à le bien prendre, ce n'est pas moi qui vais parler, mais plûtôt, Vitruve, Palladio, Vignole, Scamozzy, Chambray, Perrault, Blondel, Daviler, & tous les autres Architectes, dont les Ouvrages ont de la réputation: souvent même je me sers de leurs propres termes; n'ayant pas voulu imiter ceux qui changent les expressions d'un Auteur, pour s'en approprier les pensées. Cependant, comme la plûpart des Architectes ont leur méthode particuliere de déterminer les proportions des Ordres, j'ai suivi celui qui m'a parû le moins confus & le plus goûté du Public; je veux dire Vignole, qui peut passer avec raison pour le plus célebre d'entre les modernes: sa méthode est aisée, ses régles sont générales, & ce qui en augmente le prix, c'est qu'il les a tirées de ces grands Originaux qu'on ne peut se dispenser de prendre pour modéle, sans tomber dans des deffauts grossiers; comme cela n'est que trop arrivé à la confusion de l'Architecture gothique, qui, sans avoir eû d'autre fondement que l'ignorance & un caprice ridicule, a rempli le monde d'une quantité prodigieuse d'Edifices qui n'étoient ornés que par des colifichets, dont le mauvais goût fait tort à la mémoire de nos Peres, qui ont pû admirer des choses si bizarres, tandis qu'ils rencontroient par-tout des vestiges de ces beaux monumens qui font tant d'honneur aux Grecs & aux Romains; & peut-être serions-nous encore dans le même aveuglement, si le Roi François I. en rapellant en France les Sciences & les belles Lettres n'avoit occasionné le rétablissement de l'ancienne Architecture: mais ce ne fut point d'abord sans peine que les yeux accoûtumés aux Ouvrages gothiques pûrent se faire à de nouveaux objets, & comme dit Mr. Blondel, (c'est alors que l'on vit qu'il est bien plus facile de corriger les deffauts de l'ignorance sans présomption, que d'aporter du remede à ceux qui viennent d'une fausse capacité,) les nouveaux Architectes mépriserent tout ce que l'usage avoit introduit de défectueux & d'impertinent, & ne songerent plus qu'à s'instruire dans l'examen des anciens Edifices qui restoient en Italie & particulierement à Rome; ils en mesurerent exactement les parties, & enchantez de l'harmonie qui regnoit entre elles, ils mirent toute leur aplication à recouvrer les regles que les Romains avoient aprises des Grecs, & heureusement ils trouverent dans Vitruve dequoi leur abreger beaucoup de chemin. Cet Auteur, qui est le seul qui nous reste des anciens, après avoir été fort negligé, fut enfin lû par les gens du métier: & comme si la Nature avoit voulu dédommager l'Architecture de l'injustice qu'on lui avoit faite pendant tant de siécles,

les Roys successeurs de François I. la reçûrent avec tant d'acueil, & donnerent tant de marques de leurs bienfaits à ceux qui la cultivoient, qu'on vit en peu de tems des morceaux dignes des plus grands Maîtres; & les choses en sont venues à ce point, que si les Romains du tems d'Auguste pouvoient renaître, ils viendroient en France, pour y admirer ce qu'on ne trouvoit autrefois que chez eux.

Quoique j'aye suivi Vignole par préférence à cause de l'extrême facilité de ses mesures, je n'ai pas laissé, sans vouloir m'écarter de ses sentimens, de tirer des autres ce qui pouvoit corriger ou perfectionner certaines parties que cet Auteur avoit negligé ou rendu équivoques par le peu d'étenduë qu'il donne à l'explication de ses principes; je n'ai pas voulu non plus comme lui me borner aux cinq Ordres, j'ai crû qu'il étoit à propos de les accompagner de toutes les regles particulieres qui pouvoient y avoir raport, pour rendre ce sujet aussi instructif qu'on peut le souhaiter dans un ouvrage comme celui-ci, dont le principal objet n'est point de faire des Architectes, mais des Ingenieurs capables de tout ce qui regarde leur métier.

Quoique le mot d'*Ordre* en general puisse s'apliquer à une infinité de choses differentes, pour signifier qu'elles sont dans l'arangement qui leur convient, les Anciens l'ont affecté particulierement à l'Architecture, pour exprimer l'harmonie de plusieurs parties, qui par leurs dispositions font un tout qui plait, & surprend agréablement le coup d'œil: & comme les moulures & les ornemens dont on se sert peuvent s'employer de diverses manieres, & en plus ou moins grande quantité, les Ordres ont été réduits à cinq, savoir le *Toscan*, le *Dorique*, l'*Ionique*, le *Corinthien*, & le *Composite*.

Les Grecs, qui ont inventé les Ordres, n'en ont jamais eu que trois, le Dorique, l'Ionique, & le Corinthien: les deux autres, c'est-à-dire le Toscan & le Composé, ont été imaginés par les Romains, qui n'en ont pas fait eux-mêmes grand cas; puisqu'au raport de plusieurs Auteurs célebres, il reste peu de vestiges de l'Ordre Toscan, parce qu'ils l'ont trouvé trop grossier, & n'ont point employé separément le Composé, ayant toûjours donné la preference au Corinthien: en effet, il est bien mieux proportionné; car, comme le remarque Scamozzy, le chapiteau de l'Ordre Composite est trop massif, & ne s'accorde point avec la délicatesse des autres parties. Mr. de Chambray, dans son Paralelle de l'Architecture antique avec la moderne, separe absolument les trois Ordres Grecs des deux Romains, & fait voir avec beaucoup de discernement, combien

Digitized by Google

bien ces Ordres sont inferieurs à la beauté des autres; car le Toscan ne peut être employé seul que dans les Ouvrages massifs & grossiers, quoiqu'on puisse s'en servir sans répugnance aux Portes des Villes, ou à quelque endroit qui demande du rustique. Le Composé étant pris des autres Ordres, & n'ayant rien de particulier, n'en devroit point faire un à part: l'on prétend même, que la licence que les Romains ont prise en imaginant cet Ordre, a été en partie cause de la confusion qui s'est introduite dans l'Architecture gothique; car l'amour de la nouveauté a fait qu'on ne s'en est pas tenu là, les ouvriers les plus ignorans s'étant crû en droit de faire tous les changemens dont ils on pû s'aviser.

Pour dire un mot de l'origine des Ordres, l'on prétend que le Dorique fut inventé par un nommé Dorus, qui l'employa le premier dans Argos à la construction du superbe Temple qui fut érigé à la Déesse Junon, & qu'ensuite on en bâtit un autre dans Delos à Apollon, à l'occasion duquel on imagina les Trigliphes pour répresenter la Lire dont ce Dieu étoit l'Inventeur.

L'Histoire ne nous aprend pas positivement quel est l'Auteur de l'Ordre Ionique: l'on sait seulement, qu'un nommé Ion Athenien fut choisi par ceux de sa Nation, pour être chef de treize colonies qui furent envoyées dans l'Asie mineure, où ils s'établirent dans la Carie nommée ensuite Ionie, pour faire honneur à Ion qui en avoit fait la conquête, & qui y fit bâtir treize grandes Villes, dont la plus considérable étoit Ephése, où l'on éleva un Temple à Diane, dont l'Ordre étoit different du Dorique; & comme ce Temple eut ensuite beaucoup de réputation, y ayant toute aparence que c'est celui qui a été brûlé par Erostrate, on nomma le dessein, selon lequel il avoit été construit, l'*Ordre Ionique*, pour marquer la Province où il avoit pris naissance.

Vitruve, en parlant de l'Ordre Corinthien, dit qu'il fut inventé par Callimachus Sculpteur Athenien, qui demeuroit alors proche la Ville de Corinthe une des plus considérables de la Grece; & comme il y a aparence que c'est-là où cet Ordre fut mis en usage pour la premiere fois, c'est sans doute ce qui lui en a fait retenir le nom: d'autres prétendent que le chapiteau Corinthien tire son origine du Temple de Salomon; au reste, il en sera tout ce qu'on voudra: mais il faut convenir que l'Ordre Corinthien est le chef-d'œuvre de l'Architecture, & que tout ce qu'on a pû faire de mieux jusqu'ici a été seulement d'atteindre à la beauté que lui ont donnée ses premiers Inventeurs.

Les Romains, après s'être rendus Maîtres de l'Univers, enrichirent

Digitized by Google

rent Rome, non ſeulement de tous les Tréſors que leur procurerent leurs conquêtes, mais introduiſirent encore tout ce qu'ils trouverent d'admirable chés les étrangers, particulierement leur maniere de bàtir, que des ouvriers leurs Eſclaves leur enſeignoient; & bien-tôt ſurpaſſant en magnificence toutes les autres nations, leurs édifices devinrent dans la ſuite les plus excellens modéles qu'on pût imiter: & pour encherir ſur ce qu'ils tenoient des Grecs, ils voulurent ſe faire un Ordre plus riche que tous les autres; & comme de ce tems-là la matiere étoit déja épuiſée, ils prirent des autres Ordres ce qui leur parut de plus beau, & en firent celui qu'on a nommé depuis *Compoſé*. La ſeule Province de Toſcane, ne voulant rien devoir aux Grecs ſes plus cruels ennemis, inventa l'Ordre qui a depuis conſervé ſon nom; &, pour ſe paſſer abſolument des autres, il falut le deſtituer d'ornemens, ſe contentant de décorer les Temples & les autres Edifices, qui devoient avoir quelque relief, de Colomnes ſans pieds-d'eſtaux, & d'un ſimple Chapiteau ſurmonté par l'entablement, dont la corniche & les autres parties ſont des plus unies.

Je viens de placer les Ordres dans le Rang qui leur convient le mieux, quoique cela ne tire ici à aucune conſequence; mais, quand il ſera queſtion de les décrire & de les expliquer en détail, je me conformerai à l'arangement de Vignole, puiſque c'eſt l'Auteur que je me ſuis propoſé de ſuivre, c'eſt-à-dire, je commencerai par l'Ordre Toſcan comme le plus ſimple, & qu'enſuite je raporterai le Dorique, l'Ionique, le Corinthien, & le Compoſite pour le dernier.

Explication des Termes propres aux Ordres d'Architecture.

Quoique je donne à la fin du ſecond Volume un Dictionnaire fort ample, pour expliquer tous les Termes d'Architecture, auſſi-bien que les autres qui auront lieu dans les differens Traitez que l'on verra par la ſuite; j'ai cru qu'il étoit à propos de définir preſentement ceux qui ſont employés aux Ordres, afin qu'aidé de ce qu'on trouvera écrit ſur les trois premieres Planches, l'on puiſſe ſe former une idée juſte des proprietés de chaque moulure, & que ſe trouvant expliqués de ſuite, ſans être interrompus par d'autres termes, comme cela arrive dans un Dictionnaire, on ait plus de facilité à les retenir.

Doucine, *Cimaiſe*, ou *Gueule droite*, eſt une moulure dont le contour a une ſinuoſité, ce qui fait que cette moulure change de nom ſuivant la ſituation où elle ſe trouve: quand la partie d'enhaut eſt concave

Digitized by Google

cave, elle se nomme *Gueule droite* ou *Doucine*; & quand elle est convexe, on la nomme *Gueule renversée* ou *Talon*.

Listeau, *Filet*, ou *Ourelet*, est une petite bande qu'on met entre les moulures pour les separer, & empêcher qu'elles ne se confondent.

Ove, quart de rond, ou *échine*, est une moulure dont le contour est un quart de cercle, & qui fait une partie essentielle des ornemens.

Couronne, *Larmier*, ou *Goutiere*, est un membre de la corniche, qui sert à faire écouler l'eau loin du mur, & on apelle *Mouchette* le petit rebord qui pend en bas.

Modillons, sont des pieces qui s'avancent sous le plafond des corniches pour en soûtenir la saillie, & sont un des plus beaux ornemens de cette partie de l'entablement; les Anciens s'en sont servis pour représenter des bouts de chevrons.

Astragale, est un petit membre rond, dont le contour a ordinairement la figure d'un demi-cercle: on l'apelle communement *Chapelet*, quand il est taillé en forme de petites boules, qui ressemblent à des grains de chapelet enfilés.

Denticule, est un membre quarré, recoupé par plusieurs entailles, qui semblent vouloir representer des dents: elles s'employent ordinairement dans la corniche Ionique & Corinthienne; Vitruve apelle *Metoche* l'espace vuide qui est entre chaque Denticule.

Trigliphe, est un ornement composé de trois litels ou jambes, qui sont separés par deux canelures: cet ornement ne s'employe que dans la Frise de l'Ordre Dorique.

Metope, est l'espace entre deux Trigliphes; cet espace est ordinairement quarré, ayant autant de hauteur qu'il y a de distance d'un Trigliphe à l'autre.

Soffite, ou *Plafond*, est le dessous de ce qui est suspendu: ainsi l'on dit le *Soffite d'un Architrave* ou d'un *Larmier*.

La Frise, est une des principales parties de l'entablement, dont elle occupe le milieu, étant toûjours entre la corniche & l'architrave: cette partie a été nommée *Frise*, à cause que les ornemens qu'on y fait ressemblent à de la broderie.

Architrave, est la premiere partie de l'entablement, posée sur les colonnes ou pilastres, ou simplement sur un mur de face, quand on veut le terminer par un entablement: l'Architrave à le bien prendre represente les poutres, dont les extrémités étant bien apuyées portent dans leur longueur les parties d'une façade, ou tout autre corps élevé verticalement; ainsi l'Architrave n'est autre chose que ce qu'on apelle communement *Sabliere* ou *Poitrail*.

Abaque, est une partie qui sert dans l'Ordre Corinthien à representer

Digitized by Google

ſenter la thuille qui couvroit le pannier, autour duquel s'élevoient les feuilles d'Acanthe qui ont donné lieu à l'invention du Chapiteau de cet Ordre: les ouvriers l'apellent *Tailloirs*.

Volute eſt un ornement qui fait la partie eſſentielle du chapiteau Ionique: cette Volute eſt contournée comme une ligne ſpiralle, & a été imaginée par les Anciens pour repreſenter les boucles des cheveux qui pendoient aux côtez du viſage des femmes.

Cathete de la Volute n'eſt autre choſe qu'une ligne perpendiculaire, qui paſſe par l'œil de la volute, & ſert à la décrire & à en déterminer la hauteur; l'on met auſſi de petites volutes aux chapiteaux Corinthiens, mais celles-ci s'apellent *Helices*.

Galbe, on dit qu'un membre ou morceau d'Architecture ſe termine en forme de galbe, lorſqu'il s'élargit doucement par en haut, comme font les feuilles d'une fleur.

Fuſt ou *Tige* d'une colomne, doit ſe prendre pour le corps de la colomne, depuis ſa baſe juſqu'à ſon chapiteau.

Canelures ſont des eſpeces de côtes ou liſtaux exprimées ſur une colomne, par le moyen des creux que l'on y pratique; ces canelures ſe font à vive arrête dans l'Ordre Dorique; mais elles ne ſont guére aprouvées, à cauſe qu'elles ſont trop foibles, par conſequent trop ſujettes à être rompuës.

Eſcape, *Conge*, ou *Retraite*, eſt un trait concave qui joint le nud de la colomne avec ſa baſe ou ſon chapiteau: ce trait s'apelle auſſi Fruit quand il s'agit de l'eſcape d'en bas, pour ſignifier que la colomne ſort de ſa baſe, commence à monter & à s'échaper en haut.

Baſe d'une Colomne eſt la partie ſur laquelle elle eſt poſée.

Tore eſt une eſpece de gros anneau dans la baſe d'une colomne, qui ſemble repreſenter les cercles de fer, dont on fortifie les extrémités des troncs d'arbres, qui ſervent à ſoûtenir quelque corps fort preſant.

Scotie, c'eſt la partie creuſe qui eſt entre deux tores, que les ouvriers apellent *Nacelle* à cauſe de ſa cavité; l'on nomme *Cavet* la moitié de la Scotie.

La Plinthe eſt un membre quarré & plat, que quelques uns nomment *Orle* ou *Ourelet*: elle ſe trouve toûjours dans les baſes des colomnes.

Plinthe dans le chapiteau Toſcan eſt la partie que l'on nomme *Tailloirs* dans ceux des autres Ordres.

Piédeſtal eſt un corps quarré de figure parallelipipede, qui ſert à élever une colomne ou une ſtatuë au-deſſus du rez-de-Chauſſée: le Piédeſtal a ſa baſe & ſa corniche; & le corps parallelipipede, qui eſt entre ces deux parties, eſt nommé *Tronc* ou *Dé* du Piédeſtal.

CHA-

Digitized by Google

CHAPITRE PREMIER.

Où l'on explique les proprietés des Moulures & de leurs Ornemens.

IL y a deux ſortes de moulures, ſçavoir les quarrées & les rondes; les quarrées ſont faites avec des lignes droites, les rondes avec des portions de cercle ou autres lignes courbes: de ces moulures il y en a de grandes & de petites; les grandes ſont les *Doucines*, *Oves*, *Gorges*, *Talons*, *Tores*, & *Scoties*; les petites ſont les *Filets*, *Aſtragales*, & *Conges*: ces petites moulures ſervent à ſéparer & à couronner les grandes, pour leur donner auſſi plus de relief & de diſtinction. Les unes & les autres ſe tracent differemment, ſelon la diſtance d'où elles doivent être vûës, puiſque c'eſt de cette diſtance que dependent les ſaillies ou retraites qu'on leur donne. PLANCH. 37.

Les plus belles moulures ſont celles dont le contour eſt parfait, comme le *Quart-de-rond* & le *Cavet*, qui ſe tracent par le moyen d'un quart-de-cercle, ainſi qu'on le peut voir dans les figures 6, 7, & 8. Le Talon & la Doucine marquez par les figures 9, 10, 11, & 12, ont auſſi fort bonne grace; pour les tracer, il faut être prevenu qu'à ces quatre moulures, on leur donne autant de ſaillie que de hauteur, c'eſt-à-dire que *AB* eſt égal à *BC*, & qu'enſuite on tire la ligne *AC*, qu'on diviſe en deux également au point *F*; ſur chaque partie égalle *CF* & *FA* comme baſe, on fait un triangle équilateral, l'un en dehors, l'autre en dedans, afin d'avoir les points *D* & *E*, qui ſervent de centre pour décrire deux portions de cercles, qui compoſent enſemble la ſinuoſité de cette moulure, qui eſt la même dans les figures 9 & 10, l'une étant droite & l'autre renverſée: les *Cimaiſes* ou *Talons*, que l'on voit exprimés par les figures 11 & 12, ſe tracent auſſi par le moyen du triangle équilateral, avec cette difference cependant, que la portion du cercle *GH* qui répond à la partie ſaillante *G*, eſt convexe, & que l'autre qui répond à la partie rentrante *I* eſt concave, au lieu que dans les deux autres figures, c'eſt tout le contraire.

Le contour des aſtragales ſe fait ordinairement avec les trois quarts, ou les deux tiers, de la circonference d'un cercle, au lieu que le gros & le petit tore ſont formez par une demi circonferen-

Digitized by Google

ce juste, ainsi qu'on le voit marqué aux figures 3 & 4; à l'égard de la *Scotie* & du *Tore corrompu* marquez par les figures 5 & 13, je ne sache point qu'on ait aucune regle geometrique, pour tracer la concavité de l'une & la convexité de l'autre; c'est à ceux qui font des modeles de profils de contourner ces moulures, de façon qu'elles ne fassent point un effet desagreable.

Pour faire de beaux profils, il faut prendre garde de ne les point trop charger de moulures, & n'en point repeter de semblables imediatement l'une après l'autre; pour cela, il faut les mêler alternativement de quarrées & de rondes, de maniere que les grandes soient separées des autres, par des petites, qui les fassent valoir par leur comparaison; de ces grandes moulures, il faut qu'il y en ait qui dominent comme le *Larmier* dans la Corniche, qui est la moulure la plus essentielle, évitant sur-tout l'égalité des moulures dans les profils, c'est pourquoi on les fait de differente hauteur, & pour donner là-dessus quelques regles générales, on aura attention, qu'une moulure qui en couronne une autre ne doit avoir pour hauteur que la moitié de celle qui est au-dessous, ni moins d'un tiers; de même le *Filet* sur l'Astragale, & l'Astragale sous l'*Ove*, ne doit être moindre du quart, ni plus haut que le tiers de l'Ove; mais on jugera mieux de toutes ces proportions, par celles qui accompagnent les profils que nous expliquerons par la suite.

Quant aux ornemens, il faut savoir les placer avec choix & avec goût; car comme il y a des parties qui sont ornées naturellement, à cause du beau mélange de leurs moulures, il seroit à craindre que si l'on vouloit y ajoûter quelque-chose, on fit naître la confusion plûtôt que la bonne grace; il faut prendre garde aussi que les ornemens conviennent au genre de l'édifice, & faire ensorte qu'ils soient naturels, sans en faire d'imaginaires, de grotesques, & de bizarres: la nature fournit assés d'objets, sans qu'il soit necessaire de faire travailler d'imagination; les fleurs, les animaux, & les fruits sont en assés grande abondance pour varier les sujets: le tout est de les placer aux endroits qui leur conviennent le mieux; & c'est en ceci, comme dans le reste, que l'Architecture ancienne est toûjours admirable.

Pour éviter la confusion, il faut que les ornemens soient interrompus, c'est-à-dire, qu'entre deux moulures ornées, il y en ait une lissée ou toute unie; & lors qu'il se rencontre deux moulures d'un même profil, les orner differemment, pour donner de la varieté, faisant ensorte que chaque partie qui sert à la décoration soit ornée avec proportion, évitant qu'il y en ait d'entierement nuë, tan-

Digitized by Google

tandis que les autres seroient enrichies avec profusion. Les ornemens doivent aussi convenir aux Ordres: les plus riches ne doivent être employés qu'aux Corinthien & Composé, & les moins recherchés à l'Ionique; à l'égard du Toscan & du Dorique, il faut que les moulures en soient unies, afin que tout réponde à la simplicité qui convient à ces deux Ordres. Pour le relief des ornemens il dépend de la grandeur des moulures, & de l'éloignement d'où elles seront vûës, prenant garde que ceux des profils du dedans de l'édifice ayent moins de relief que ceux du dehors; il faut aussi remarquer que les ornemens doivent être comme apliqués sur les moulures saillantes, sans qu'elles en diminuent la grosseur, lorsque ces moulures sont petites comme les *Astragales* ou *Baguettes*, au lieu qu'aux *Quarts-de-ronds* & *aux gros Tores*, qui sont de grosses moulures, les ornemens doivent être foüillez en dedans, autrement l'ouvrage seroit massif & pesant s'ils étoient par dessus; on fait tout le contraire pour les moulures creuses, comme pour les *Cavettes* & les *Scoties*, dont les ornemens doivent être comme apliquez sur le nud de leur contour & non pas creusés dedans, parce qu'ainsi on les voit distinctement.

Les ornemens en general peuvent se diviser en deux especes: ceux de la premiere, que l'on nomme *significatifs*, servent de simbole pour faire connoître l'Edifice: par exemple, si c'est un Monument élevé à la gloire d'un Heros, il est naturel d'y figurer quelques traits de son Histoire & d'y raporter des marques de son Triomphe; ce qui ne peut guéres se pratiquer que sur la Frise, à cause que ces sortes de choses ont besoin d'un certain espace pour être exprimées distinctement.

Les ornemens de la seconde espece sont ceux qui sont indifferens & qui s'apliquent sur les moulures sans aucune consequence; tels sont les *Oves* que l'on fait de plusieurs manieres, les *Rays de cœur*, les *Fleurs*, les *Feuilles*, & les *Fruits*, de diverses especes, & une infinité d'autres choses qui dépendent du goût & du choix: cependant, si ces ornemens ne sont menagez avec beaucoup de circonspection, les profils en deviennent plûtôt confus & grossiers que riches & agréables; le tout est de faire ensorte que le coup d'œil soit satisfait, & qu'on aperçoive sans étude le dessein que l'on a eû en vûë, & pour tout dire en un mot, il faut que les moins connoisseurs trouvent de quoi admirer, & soient ravis d'un certain étonnement qu'a coûtume de produire ce qui est effectivement beau. Pour donner quelques exemples des ornemens qui ont été mis en usage avec plus de succès aux differentes moulures dont nous venons de parler, on a raporté

Digitized by Google

PLANCH. 38 & 39. sur la 38 & la 39^e^ Planches plusieurs desseins ausquels on pourra avoir recours dans l'occasion.

CHAPITRE SECOND.

De la connoissance des cinq Ordres en general.

POUR donner une idée des Ordres aux personnes qui ne les connoissent point, & leur faciliter la maniere de les distinguer, il semble qu'avant toute chose il faut faire voir en quoi ces Ordres different, & à quel signe on peut les reconnnître.

PLANCH. 37. 38. & 39. Si l'on considere la 37, 38, & 39^e^ Planche, l'on y verra les cinq Ordres raportés de suite, & l'on y remarquera que le Toscan se distingue des autres par sa simplicité, n'étant accompagné d'aucun ornement.

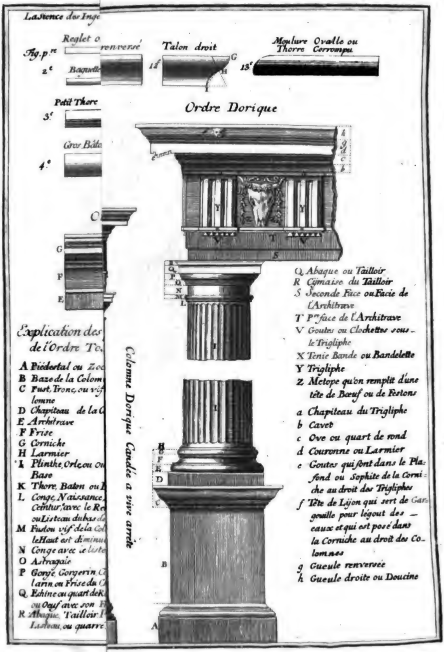
Que le Dorique se connoit par les Trigliphes qui servent à enrichir la Frise, étant l'Ordre seul où cet ornement se rencontre.

L'Ionique se fait connoître entre les autres par les Volutes qui accompagnent le Chapiteau des Colomnes.

Le Corinthien se connoit aussi par son Chapiteau, qui est orné de certaines Feuilles qui imitent celles que l'on nomme d'*Acanthe*: d'ailleurs comme cet ordre est toûjours enrichi de plusieurs ornemens qu'on n'aperçoit point dans les trois précédens, il est aisé de ne pas s'y méprendre.

Enfin, on connoîtra le Composé, en remarquant que son chapiteau participe des deux Ordres précédens, ayant les Volutes de l'Ionique & les Feuilles du Corinthien.

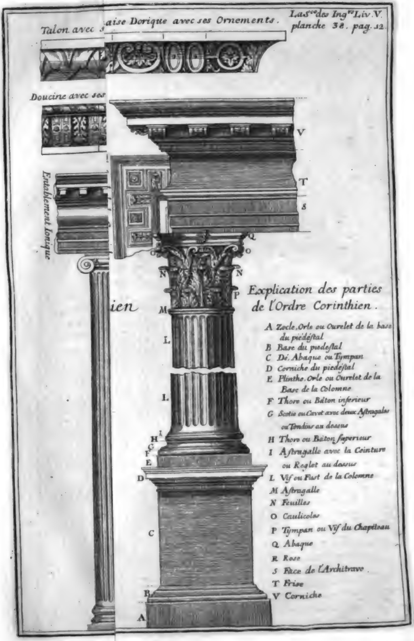
Il y a beaucoup de bâtimens, qui, sans avoir de Colomnes ni même de Pilastres, ne laissent pas de prendre le nom de quelqu'un des Ordres, parce qu'il suffit qu'ils ayent des parties qui en marquent le caractere ; & ces parties sont les Entablemens, les Courronnemens de Façades, les grandes Portes &c. Par exemple, quand on voit des Trigliphes dans l'Entablement d'une Façade, on peut dire que cette Façade est décorée selon l'Ordre Dorique, ainsi des autres. Pour donner une idée moins superficielle des Ordres, j'ajouterai que chacun est ordinairement composé de trois parties, qui sont le *Pié-d'estal*, la *Colomne*, & l'*Entablement*, & que chacune de ces parties en comprend trois autres: par exemple, celles du pié-d'estal sont la *Baze*, le *Dé* ou le *Tronc*, & la *Corniche*; celles de la colomne, sa *Baze*, le *Fust* ou



Digitized by Google

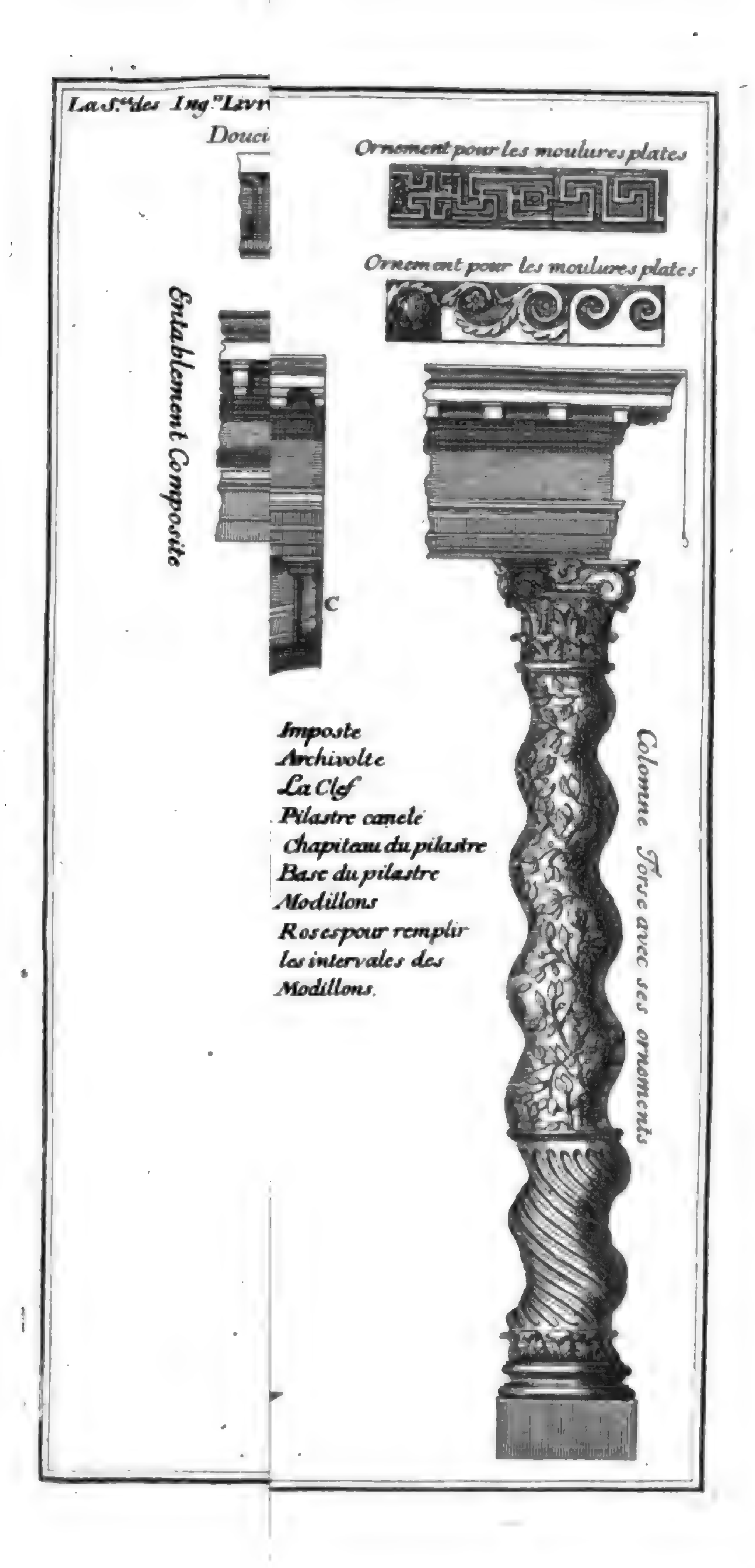
[illegible]

Digitized by Google



Talon avec s
aise Dorique avec ses Ornements.
La Sce des Ingrs Liv. V. planche 38. pag. 12.
Doucine avec ses
Entablement Ionique
ien
V
T
S
Q
O
O
N
N
P
M
L
L
H
I
G
F
E
D
C
B
A
Explication des parties de l'Ordre Corinthien.
A Zocle, Orle ou Ourelet de la base du piédéstal
B Base du piedestal
C Dé, Abaque ou Tympan
D Corniche du piedéstal
E Plinthe, Orle ou Ourelet de la Base de la Colomne
F Thore ou Bâton inferieur
G Scotie ou Cavet avec deux Astragales ou Tondins au dessus
H Thore ou Bâton superieur
I Astragalle avec la Ceinture ou Reglet au dessus
L Vif ou Fust de la Colomne
M Astragalle
N Feuilles
O Caulicoles
P Tympan ou Vif du Chapiteau
Q Abaque
R Rose
S Face de l'Architrave.
T Frise
V Corniche

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

ou la *Tige*, & le *Chapiteau*; & celles de l'Entablement, l'*Architrave*, la *Frise*, & la *Corniche*.

Comme la hauteur du Piédestal & de l'Entablement doit dépendre de celle de la Colomne, Vignole, pour établir une regle generale qui puisse s'apliquer indiferemment à tel Ordre que l'on voudra, donne pour hauteur au Pié-d'estal le tiers de celle de la Colomne, & à l'Entablement le quart; ainsi ayant divisée la hauteur de la Colomne en 12 parties, il en prend quatre pour le Pié-d'estal, & trois pour l'Entablement, & de cette régle il tire un moyen fort aisé pour déterminer l'Ordonnance d'une Façade: car, toutes les fois qu'une hauteur est donnée, on n'a qu'à la diviser en 19 parties égales, & alors les quatre parties d'enbas servent pour le pié-d'estal, les trois de dessus pour l'Entablement, & les douze d'entre deux pour la hauteur de la Colomne.

Cependant, comme il arrive quelquefois, que dans la décoration des Façades, on ne fait point de Piédestal aux Colomnes; dans ce cas, Vignole divise la hauteur donnée en 5 parties égales, dont 4 servent pour la hauteur de la Colomne, & la cinquiéme partie détermine celle de l'Entablement, qui par ce moyen sera encore le quart de la hauteur de la Colomne.

Comme, dans tous les Ordres, la proportion des petites parties doit dépendre de celle des plus grandes, tous les Architectes, tant anciens que modernes, ont pris pour mesure commune le demi-diamêtre de la Colomne qu'ils ont apellé *Module*; desorte que quand on dit qu'une certaine partie d'Architecture a, par exemple, pour hauteur 5 modules, on doit entendre que cette hauteur est égale à 5 demi diamêtres de la Colomne qui est employée dans l'Ordre dont il s'agit: cependant, comme pour rendre les Colomnes plus agréables à la vûë, on leur a donné moins de grosseur vers les extrêmités que dans le milieu; ce qui fait que n'étant point cilindriques, elles peuvent avoir plusieurs diamêtres, il est bon de savoir pour ne pas s'y méprendre, que le demi-diamêtre qui sert de module, est celui du cercle qui répond à la Base de la Colomne.

Les cinq Ordres augmentant de suite en beauté & en ornement, on les a fait aussi monter par degré en legereté & en délicatesse: par exemple, les colomnes Doriques ont moins de grosseur par raport à leur hauteur, que les Toscanes; & les Ioniques moins de grosseur à proportion de leur hauteur, que les Doriques; ainsi des autres. C'est pourquoi Vignole donne aux colomnes Toscanes 7 de leurs diamêtres, ou 14 modules; aux Doriques, 8 de leurs diamêtres, ou 16 modules; aux Ioniques, 9 de leurs diamêtres, ou 18 modules;

Digitized by Google

aux Corinthienes & aux Composites, 10 de leurs diamêtres ou 20 modules, donnant la même élevation à ces deux Ordres, quoiqu'il y ait des Auteurs qui en donnent davantage au Composite. Prevenu de ce que je viens de dire, quand on a trouvé de quelle hauteur doit être la Colomne par raport à la Façade où elle doit être placée, en suivant la régle de Vignole, il est bien aisé d'en avoir le diamêtre, & par consequent le module, puisqu'il n'y a qu'à diviser la hauteur de la Colomne en autant de parties égales, qu'elle doit avoir de diamêtre : & alors une de ces parties sera le diamêtre qu'on cherche, dont la moitié pourra servir de module ; car l'on sent bien que chaque Ordre a son module particulier, qui est plus ou moins grand, selon que l'Ordre dont il s'agit est massif ou leger, & qu'il n'en est point de cette mesure comme du pied ou du pouce ordinaire, qui restent toûjours de même. Or, pour rendre ceci plus intelligible, suposons qu'il soit question de decorer une Façade selon l'Ordre Dorique, il faut en mesurer la hauteur depuis le rez-de-Chaussée, jusqu'à l'endroit où doit se terminer le sommet de la Corniche de l'Entablement & diviser cette hauteur en 19 parties, dont il en faut prendre 12 pour la colomne pour tel Ordre que ce soit ; & ces 12 parties n'étant plus considerées que comme une seule grandeur, il faut la diviser en 8 parties égales, l'une desquelles sera le diamêtre de la Colomne, par consequent la moitié de ce diamêtre sera le module pour régler les proportions de l'Ordre Dorique, relativement à la Façade que l'on veut décorer : or comme on aura connû en pieds & en pouces la hauteur de cette Façade, on pourra aussi si l'on veut raporter la grandeur du module aux mesures ordinaires, & sçavoir par consequent combien il contient de pouces, quoiqu'à le bien prendre cela soit assés inutile, puisque, comme je viens de le dire, cette mesure est particuliere aux Ordres, & n'a rien de commun avec la toise.

Toutes les mesures en usage dans la societé, ayant été divisées en plusieurs parties, pour les raisons que personne n'ignore, les Architectes ont aussi divisé leurs modules en un nombre de parties égales, les unes plus, les autres moins, selon qu'ils en ont crû tirer plus de commodité, quand ils ont été obligés de déterminer la grandeur des moulures & des autres petites parties, afin qu'elles eussent entre elles certaines proportions qui leur convinssent par raport à l'harmonie qui devoit regner dans le tout : & Vignole a cela d'avantageux au-dessus des autres, c'est que les parties de son module ne sont point susceptibles de fractions embarassantes ; l'on saura donc, que pour l'Ordre Toscan & le Dorique, il divise le module en 12 parties égales : mais, comme dans les trois autres Ordres, c'est-

Digitized by Google

c'est-à-dire l'Ionique, le Corinthien, & le Composite, il se rencontre des moulures encore plus petites que dans les precedens, il a divisé le module de ces trois Ordres en 18 parties égales, afin d'éviter les fractions qui se feroient rencontrées, s'il ne l'avoit été qu'en 12 parties.

Comme ce que je viens d'expliquer dans ce Chapitre suffit pour être prévenu de ce qu'il faut savoir afin d'entendre clairement ce que l'on verra dans la suite, je passe à la composition des Ordres, en commençant par le Toscan.

CHAPITRE TROISIE'ME.

De l'Ordre Toscan.

DANS l'Ordre Toscan le fust de la colomne a pour hauteur 6 de ses diamêtres, c'est-à-dire 12 modules, & sa base & son chapiteau chacun un, ce qui fait en tout 14 modules comme nous l'avons dit dans le Chapitre précédent; dont le tiers, qui est de 4 modules 8 parties, est pour la hauteur du Piédestal, & le quart, qui fait 3 modules 6 parties, pour celle de l'entablement; ainsi toute la hauteur de la Façade, ou si l'on veut de l'Ordonnance, se trouve de 22 modules 2 parties, car il faut se rappeller que le module dans cet Ordre doit être divisé en 12 parties égales, & que ce sont ces parties qui vont servir à déterminer la proportion des moulures.

Comme nous allons donner les dimensions dont chaque Ordre est composé, & que les mêmes dimensions se trouvent exactement cottées sur les desseins, l'on pourra à l'aide du discours connoître plus distinctement qu'on ne l'a fait dans ce qui précede, la situation des moulures, leurs figures, & leurs noms; puisque chaque chiffre, dont on va faire mention dans l'explication, pourra servir en même tems à désigner celle dont on parle: par exemple, quand on dira que la Plinthe de la base du Piédestal Toscan est de 5 parties, il suffira de jetter les yeux sur cette base, pour voir que la moulure qui répond au chiffre 5 est nommée Plinthe; ainsi des autres qui se suivront immediatement, ce qui contribuera fort à se rendre les termes familiers.

Piédestal Toscan.

L'on donne un demi-module ou 6 parties à la hauteur de la base du Piédestal dont il y en a 5 pour la Plinthe, & une pour le reglet, PLANCH. 40. FIG. 1.

glet,

Digitized by Google

glet : la saillie de la Plinthe est de 4 parties, & celle du reglet de 2. Quant à la largeur du Dé ou du Tronc, elle est de 2 modules 9 parties, & sa hauteur de 3 modules 8 parties.

La hauteur de la corniche est égale à celle de sa base, c'est-à-dire qu'elle est de 6 parties, desquelles on en donne 4 au Talon, & deux à la Bandelette ou Reglet : toute la saillie est de 4 parties, dont il y en a 3 & demi pour le Talon, 1 & demi pour le Reglet qui est au-dessus.

Colomne Toscane.

Cette Colomne à 2 modules par le bas & un module 7 parties par le haut, parce qu'elle va en diminuant depuis en bas jusqu'en haut & que cette diminution est de 2 parties & demi de chaque côté.

La base de la Colomne a 12 parties, dont il y en a 6 pour la Plinthe, 5 pour le Tore, & une pour l'Anneau : la saillie de la Plinthe & du Tore est de 4 parties & demi de chaque côté, celle de l'Anneau n'est que d'une partie & demi ; à l'égard de l'Anneau & de l'Astragale qui sont au sommet du fust de la Colomne, la hauteur du premier est d'une demi partie, celle du second, d'une partie, la saillie de ce dernier est d'une partie & demi de chaque côté.

Planch. 41. Fig. 1. La hauteur du Chapiteau étant de 12 parties comme celle de la Base, le Gorgerin en a 4, l'Anneau une, l'Ove 3, l'Abaque 3, & le Reglet une ; la largeur du Gorgerin est d'un module 7 parties, & par consequent n'a point de saillie au-dessus du sommet de la Colomne, toute la largeur de l'Abaque est de 2 modules 5 parties, ainsi sa saillie est de 5 parties de chaque côté en y comprenant celle de son Reglet qui est au-dessus, la saillie de l'Anneau est d'une partie de chaque côté.

Entablement Toscan.

La hauteur de l'Entablement étant comme on l'a dit de 3 modules & demi, ou de 42 parties, l'Architrave doit en avoir 12 en y comprenant la hauteur du Reglet qui en a 2, la Frise 14 : la Corniche qui comprend le Talon, le Larmier, & l'Ove, avec les Filets qui les accompagnent en a 16 parties, dont le Talon en a 4, le Filet au-dessus une demie, le Larmier 6, le Filet au-dessus une demie, l'Astragale qui est au-dessous de l'Ove une, & l'Ove 4 ; la Frise & l'Architrave n'ont point de saillies, l'un & l'autre devant répondre au vif du haut de la Colomne : toute la saillie de la Corniche est de 18 parties, chaque membre particulier a autant de saillie que de hauteur, excepté le Larmier dont la saillie est de 9 parties, (en y comprenant le

Digitized by Google

le Filet qui eſt au-deſſous, quoique ſa hauteur ne ſoit que de 6: & pour juger de l'effet que font toutes ces ſaillies, il ſuffira de conſiderer le deſſein, où les proportions de toutes les parties ſont exactement marquées. L'on creuſe ordinairement dans le Larmier un Canal que les Ouvriers apellent *Mouchette pendante*, ce Canal ſe pratique, afin de rendre l'ouvrage plus leger, & pour empêcher que l'eau n'aille couler ſur la Friſe.

Quand on employe l'Ordre Toſcan aux Portes des Villes ou à celles de quelques Édifices militaires, on peut, pour leur donner plus de majeſté, revêtir les Colomnes de Boſſages ou de Ceintures & de Bandes, pourvû qu'elles ſoient ruſtiques & ſans ſculpture: ce ruſtique ſe fait pointillé également, ou en tortillis comme les pierres mangées & moulinées par la Lune, ce qui peut être apellé *Ruſtique vermicule*; cependant, comme ces Boſſages augmentent le module de la Colomne, & la rend plus courte qu'elle ne ſeroit ſi elle étoit toute unie, il eſt à propos de lui donner pour hauteur un peu plus des 7 diamêtres.

Si l'on vouloit ſe ſervir de l'Ordre Toſcan ſans Piédeſtal, il faudroit diviſer la hauteur donnée en 5 parties égales, dont il y en aura 4 pour la hauteur de la Colomne y compris ſa Baſe & ſon Chapiteau, & pour la hauteur de l'entablement, une. Or ſi l'on diviſe enſuite la hauteur de la Colomne, c'eſt-à-dire les quatre cinquiémes de la hauteur qu'on veut donner à l'Ordonnance en 14 parties égales, une de ces parties ſervira de module: ainſi le Fuſt de la Colomne aura comme cy-devant 12 modules, la Baſe & le Chapiteau chacun un; & comme le quart de 14 eſt 3 & demi, il s'enſuit que l'Entablement aura encore 3 modules & demi de hauteur, & toute l'Ordonnance 17 & demi.

Mr. de Chambray, en parlant de l'Ordre Toſcan, dit que ſa Colomne ſans aucun Architrave eſt la ſeule piece qui mérite d'être miſe en œuvre, & qui peut rendre cet Ordre recommandable: il fait enſuite la deſcription de la Colomne *Trajane*, dont il remarque l'excellence, & qu'il croit avoir ſervi de regle à la Colomne *Antonine*, & à une autre qui fut élevée dans Conſtantinople à l'honneur de l'Empereur Theodoſe. Pour cette derniere, elle eſt des plus belles, non-ſeulement parce qu'elle eſt bien proportionnée, mais par l'ouvrage en bas relief dont elle eſt entourée depuis le bas juſqu'en haut, où l'on voit la deſcription du triomphe de cet Empereur après avoir vaincu les Scites. J'en ai une Eſtampe, qui a bien 25 pieds de longueur ſur 2 de hauteur, gravée ſur le deſſein d'un R. P. Jeſuite qui l'a fait à Conſtantinople d'aprés l'original. Cependant, ſelon Felibien,

il y a aparence que la Colomne Trajane n'eſt pas la premiere que l'on a dreſſée à l'honneur de grands hommes; puiſqu'il n'y a pas longtems que l'on voyoit à Rome une petite Colomne Toſcane, ſur laquelle étoit la figure d'un Corbeau avec ce mot au-deſſous (*Corvin*), qui marque ſelon toute aparence que cette Colomne fut élevée à Valerius Maximus, après l'action qu'il fit à la vûë de l'Armée des Gaulois & de celle des Romains, où il accepta le deffi d'un géant qui ſortit de l'Armée ennemie, qu'il combatit & vainquit avec le ſecours d'un Corbeau qui vint ſe placer ſur ſa tête, ce qui lui fit prendre enſuite le ſurnom de Corvinius: & comme, ſuivant l'Hiſtoire Romaine nouvellement miſe au jour par les R. R. P. P. *Catrou & Roüillé*, de la Compagnie de Jeſus, cette action mémorable eſt arrivée l'an 404. de la Fondation de Rome, l'on voit combien cette Colomne eſt plus ancienne que la Trajane.

Voyez l'Hiſtoire citée To. 4. p. 232.

CHAPITRE QUATRIE'ME.

De l'Ordre Dorique.

LA hauteur de toute la Colomne de cet Ordre, y compris la Baſe & le Chapiteau, ſelon Vignole, eſt de 16 modules, dont il y en a un tiers, c'eſt-à-dire 5 modules 4 parties, pour le Piédeſtal, un quart pour la hauteur de l'entablement qui ſera par conſéquent de 4 modules, & le module eſt encore diviſé en 12 parties comme pour l'Ordre Toſcan.

Piédeſtal Dorique.

PLANCH. 40. FIG. 2.

La hauteur du Piédeſtal étant de 5 modules 4 parties, on en donne 10 à la Baſe & 6 à la Corniche; ainſi le Dé ou Tronc ſe trouve de 4 modules de hauteur.

Des 10 parties de la Baſe on en donne 4 au Socle, deux & demi à la Plinthe, 2 au Talon renverſé, une à l'Aſtragale, & une & demi au Filet.

La ſaillie du Socle eſt de 4 parties & demi, celle de la Plinthe de 4, celle du Talon renverſé de 3 & demi, celle de l'Aſtragale de 2, & celle du Filet d'une, & la largeur du Dé ſe trouve de 2 modules 10 parties.

Des 6 parties qui compoſent la hauteur de la Corniche, on en donne 1 & demi au Talon, 2 & demi à la Goûtiere, une demi au Filet, une à l'Ove, & une demi au Reglet.

Digitized by Google

La saillie de la Corniche est égale à sa hauteur; c'est-à-dire qu'elle est de 6 parties, dont il y en a 1 demi pour celle du Talon, 4 pour celle de la Goûtiere, & 6 pour celle du Reglet & de l'Ove qui est au-dessous.

Colomne Dorique.

De 16 modules que l'on donne à la hauteur de la Colomne, il y en a une pour la Base & une autre pour le Chapiteau: ainsi il reste 14 modules pour le Fust, & la diminution de cette Colomne par le haut est de 4 parties, deux d'un côté, & deux de l'autre; par consequent, le vif de cette Colomne est d'un module 8 parties.

La Base étant de 12 parties, on en donne 6 à la Plinthe, 4 au Tore, une à l'Astragale, & une au Reglet ou Anneau: sur quoi il faut remarquer, qu'il n'y a que dans l'Ordre Toscan & le Dorique, où le Filet fait partie de la Base; car, dans les trois Ordres suivans il apartient au Fust de la Colomne.

La largeur de la Plinthe aussi-bien que celle du Tore est de 2 modules 10 parties, parce que ces deux membres n'ont point de saillie au-dessus du Dé du Piédestal; mais, celle de l'Astragale est de 2 parties 3 quarts au-dessus de la Colomne, & celle du Filet 2.

Ayant compris dans la hauteur du Tronc de la Colomne, l'Astragale & le Filet qui se trouvent au sommet, on doit dans cet Ordre aussi-bien qu'au Toscan séparer ces deux moulures du Chapiteau; ainsi il suffira de dire que le Filet est d'une & demi partie, & l'Astragale d'une, & que la saillie de l'Astragale est de 2 parties, & celle du Filet d'une & demi. PLANCH. 41. FIG. 2.

La Colomne commence à diminuer au tiers de sa hauteur, ou même dès le pied, auquel cas on lui donne 2 modules & 2 parties pour le diamêtre qui répond au tiers de la hauteur, afin de la faire renfler d'une partie de chaque côté: nous parlerons dans la suite de la maniere que se trace la diminution & le renflement.

De 12 parties que le Chapiteau a de hauteur, on en donne 4 au Gorgerin & une demi à chacun des trois Reglets ou Anneaux qui sont immédiatement après, 2 & demi à l'Ove qui est au-dessus, 2 & demi à la Goûtiere de l'Abaque, une au Talon, & une demi au Reglet.

La saillie du Reglet de l'Abaque a 5 parties & demi de chaque côté, ainsi toute sa largeur sera de 2 modules 7 parties; la saillie des 3 Reglets est d'une partie, celle de l'Ove est égale à sa propre hauteur, celle de la Goûtiere est de 4 parties, & la largeur du Gorgerin est égale à celle du haut de la Colomne.

Digitized by Google

Le Reglet, le Talon, & la Goûtiere de l'Abaque doivent être quarrés dans tous les Ordres, & les autres membres arrondis comme le Fust de la Colomne.

Quand on veut embellir cet Ordre & lui donner plus de délicatesse, il faut canneler les Colomnes de 20 canelures à vive arrête ; c'est-à-dire par des canelures qui ne soient point separées avec des Reglets de la maniere que nous l'expliquerons plus particulierement dans la suite: on peut aussi tailler des Roses ou Fleurs, ou même des Feuilles dans le Gorgerin ; &, pour donner plus de grace, au lieu de faire 3 Filets au haut du Gorgerin, n'en faire qu'un, & changer les deux autres en un Astragale retaillé d'olives & de patenotres, & refendre l'Ove de 20 œufs qui doivent répondre à plomb sur les arrêtes des canelures: les olives de l'Astragale doivent aussi être au nombre de 20. & répondre justement sous les œufs de l'Ove.

Entablement Dorique.

La hauteur de l'Entablement étant de 4 modules ou de 48 parties, l'on en donne 12 à l'Architrave, 18 à la Frise, & 18 à la Corniche ; & comme cet Entablement est orné de plusieurs petites parties qui demandent d'être bien détaillées pour être executées avec précision, nous allons faire ensorte de ne rien négliger.

Les Goutes au-dessous des Trigliphes sont toûjours au nombre de 6, disposées de façon que leur intervale en occupe la largeur: ces Goutes sont faites en forme de Clochettes, leur saillie est égale à leur hauteur, l'une & l'autre étant d'une partie & demi, sont couronnées par un Filet qui a pour hauteur une demi partie, au-dessus duquel est un Reglet de 2 parties, & dont la saillie est d'une partie.

Les Trigliphes sont élevés dans la Frise de toute sa hauteur, & ont par consequent 18 parties, leur largeur est de 12 parties, ils sont refendus de 2 Canaux, qui ont chacun 2 parties separées par 3 Arêtes, qui ont aussi 2 parties de largeur & une de saillie, accompagné par chaque côté d'un demi canal, le creux des canaux est en angle droit, leur hauteur est de 16 parties. J'ajouterai, que la distance d'un Trigliphe à l'autre est ordinairement égal à la hauteur de la Frise, c'est-à-dire de 18 parties: cet espace, que l'on nomme *Metope*, est orné quelquefois par des noms en chifres, ou par quelque autre dessein fait à fantaisie, mais qui doivent être simples.

De 18 parties que comprend la Corniche, il y en a 2 pour le Reglet qui sert de Chapiteau aux Trigliphes, 2 pour le Talon, un demi

demi pour le Filet qui est au-dessus, 3 pour la Bandelette qui est refenduë par des Denticules, au-dessus desquelles est une petite Ove d'une demi partie: la largeur des Denticules est de 2 parties, leur intervale d'une partie & demi, la Goûtiere de 4, le Talon de 2 & demi, le Filet d'une demie, le Cavet de 3, & le Reglet d'une partie.

Toute la saillie de la Corniche est de 2 modules ou de 24 parties; surquoi la Bandelette des Denticules en a 6, le Larmier 14, faisant attention que les Denticules sont quarrées par le bas, ayant autant de saillie que de largeur; à l'égard des saillies des autres moulures, elles sont égales à leur hauteur, comme on le voit marqué dans le dessein.

L'on taille ordinairement le Plafond de la Goûtiere, pour y pratiquer un Canal & des Goûtes, afin de l'orner & de le rendre plus leger.

Vitruve ne met point de difference entre le Chapiteau Dorique & le Toscan en ce qui regarde les mesures, il se contente seulement d'y ajoûter quelques ornemens pour le rendre moins nud; mais Vignole, & tous les autres Architectes qui sont venus après, n'ont point suivi cette conformité, & ont tous donné au Chapiteau Dorique à peu-près les mêmes proportions que nous avons raportées ici.

Vignole a tiré du Théatre de Marcellus le dessein de l'Ordre Dorique que nous venons de donner pour exemple, surquoi Mr. Daviler remarque, que Vitruve n'a point été l'Architecte de ce Monument, comme plusieurs l'ont prétendu, parce que cet Auteur étoit contemporain d'Auguste, dont il étoit l'Ingenieur: d'ailleurs, il est à présumer, que s'il y avoit eû part, il en auroit fait mention dans son Livre; mais, ceci est de peu d'importance: on remarquera seulement, que Vignole ne s'est pas attaché absolument à suivre les proportions du Théatre de Marcellus, parce que s'étant aperçû que les membres de chaque partie n'étoient pas assés bien proportionnez entre eux, il a fait les changemens qu'il a jugé les plus necessaires; par exemple, ayant trouvé que la Corniche n'étoit pas assés élevée, il a ajoûté quelques moulures au-dessous du Larmier, & par-là la hauteur de la Corniche se trouve égale à celle de la Frise, ce qui lui donne plus de grace & de dégagement: dailleurs, la platebande, qui sert ici de Chapiteau aux Trigliphes, fait partie de la Corniche, & non pas de la Frise, ce qui est tout le contraire dans les desseins que nous avons de ce Théatre.

Vignole raporte encore un autre Entablement de l'Ordre Dorique, qu'il a tiré à Rome de plusieurs Fragmens antiques, & que l'on

Digitized by Google

l'on peut voir sur la Planche 48. qu'il est peu different de celui dont nous venons de parler: tout ce qu'on y trouve de plus remarquable, c'est qu'on n'y voit point de Denticule.

CHAPITRE CINQUIE'ME.

De l'Ordre Ionique.

AYANT fait remarquer dans le second Chapitre, que les Trigliphes étoient des membres qui apartenoient particulierement à l'Ordre Dorique, & qui servoient à le faire reconnoître entre les autres, de même que les Volutes du Chapiteau Ionique étoient affectées à cet Ordre, ce qui sert à le distinguer aussi des autres; j'ajoûterai ici que les Voulutes ont été regardées par les Anciens comme exprimant les coëffures des anciennes Dames de la Grece, & que les canelures des Colomnes avoient été faites à l'imitation des plis de leurs robes: il y a des Auteurs, qui ne sont point de ce sentiment, & qui veulent que les Voulutes ayent été faites pour représenter les pentes roulées des coussinets que l'on feignoit avoir mis sur la tête des *Cariatides*, pour leur donner moins de peine à porter le poids des Architraves; mais, ce qu'il y a de certain, c'est que l'Ordre Ionique a toûjours été regardé des Grecs, & des Romains, comme étant le symbole du beau sexe.

Piédestal Ionique.

La hauteur du Piédestal qui est de 6 modules se partage, ensorte que la Base ait un demi-module & la Corniche autant, ainsi il reste 5 modules pour la hauteur du Dé.

PLANCH. 40. FIG. 3. La Base est composée d'une Plinthe de 4 parties, d'un Filet de deux tiers, d'une Doucine de 3 parties, & d'une Astragale d'une partie & un tiers.

La saillie de la Plinthe est de 8 parties, celle du Filet de 7, & celle du centre de l'Astragale de 6.

La largeur du Dé doit être de 2 modules 14 parties, ses moulures sont les Reglets du dessous & du dessus avec leurs Chamfrains qui ont chacun une partie, la saillie du Reglet d'enbas est d'une partie, & celle d'enhaut de deux.

Les

Digitized by Google

Les moulures de la Corniche sont l'Astragale, qui a une partie, l'Ove en a 3, la Goutiere aussi 3, le Talon 1 & un tiers, & le Reglet 2 tiers seulement, la saillie de toute la Corniche est de 10 parties, celle de la Goûtiere de 8, & celle du haut de l'Ove 5.

Colomne Ionique.

La Base de la Colomne a pour hauteur un module, elle est composée de la Plinthe qui a 6 parties, de l'Orle ou Anneau qui n'a qu'un quart, de la Scotie qui a 2 parties, d'un autre Anneau d'un quart, ensuite sont 2 Astragales immédiatement l'un sur l'autre qui ont chacun une partie, au-dessus est encore un Orlet d'un quart de partie, & une Scotie de 2 parties, un Filet d'un quart, le tout terminé par un Tore de 5 parties.

Toute la saillie de la Base est de 7 parties de chaque côté afin que la largeur ou le front de la Plinthe soit le même que le front du Piédestal que nous avons dit cy-devant être de 2 modules 14 parties, la saillie de l'Orle qui est sur la Plinthe est de 6 parties & demi, celle des 2 Astragales & du Tore de 5, & celle du Reglet qui est sous le Tore de 2 & demi.

La hauteur du Fust de la Colomne est de 16 modules 6 parties, le Reglet ou Orle de dessous avec son Conge ou Cavet 1 partie & demi, le Tronc de la Colomne 16 modules & une partie & demi, l'Orle de dessus avec son Conge 1 partie, & l'Astragale 2 parties. PLANCH. 41. FIG. 3.

La saillie des Orles avec les Chamfarins, est de 2 parties, & celle de l'Astagale de 3: la largeur de la Colomne par le bas est de 2 modules qui se conduit également jusqu'au tiers de la hauteur, d'où elle est insensiblement diminuée jusques sous l'Orle de dessus, où sa largeur est reduite à un module & 12 parties, afin que la diminution soit de 3 parties de chaque côté.

Si l'on veut canneler les Colomnes Ioniques, il faut premierement faire le plan du Fust à l'endroit de la base, c'est-à-dire qu'on tracera un cercle dont le diamètre sera de 2 modules, ensuite on en divisera la circonference en 24 parties égales, tel que *AB* qu'il faut partager chacune en 5 autres parties, aux points 1, 2, 3, & 4, & l'une de ces parties comme *C*, marque l'épaisseur des côtés ou listels des Cannelures, & les autres 4, comme *A* 4 ou *BD*, déterminent le creux ou le fond qui se fouille dans le vif de la Colomne en forme d'un demi cercle, qui auroit pour diamètre l'intervale *A* 4 ou *BD*; ses moulures sont conduites depuis le pied de la FIG. 6.

Co-

Colomne jusqu'au dessous de l'Orle superieure, ensorte que les lignes montantes suivent toûjours entre elles le contour de la diminution de la Colomne, pour s'aprocher avec la même proportion; ainsi la Colomne se trouve cannelée agreablement, & suivant les regles de la bonne Architecture, avec 24 creux & autant de cannelures qui seront chacune égale au quart de la largeur du creux, quoi qu'elles puissent être quelquefois plus grandes, ensorte neanmoins qu'elles ne passent jamais au-dessus du tiers, & jamais au-dessous du cinquiéme du même creux, qui sont les termes que les Anciens se sont prescrits dans leurs cannelures.

Chapiteau Ionique.

Fig. 3. & 8. La hauteur du Chapiteau se fait de 12 parties, non compris la pente des Volutes, ses moulures sont l'Ove qui a 5 parties, la Platte-Bande des Coussinets des Volutes 3, la Bandelette ou Bordure 1, la Cimaise ou Talon de l'Abaque 2, & la Regle de l'Abaque 1.

Toute la saillie de l'Ove est de 7 parties, celle de l'Abaque en a 5, celle des bordures des Volutes 4 & demi, & celle du fond ou creux de la Platte-Bande du Coussinet des Voulutes sur l'Ove 6 & demi.

La perpendiculaire, ou Catele *CD* de l'œil des Volutes, passe par le milieu *AB* de toute la saillie de l'Abaque: sa longueur *FD* sous l'Abaque est de 16 parties, & le centre *E* de l'œil se prend sur la 9^e^. ensorte qu'il y a 9 parties de *F* en *E*, & 7 de *E* en *D*. On verra par la suite comme on trouve dans l'œil de la Volute les centres qui servent à la former, aussi-bien que ceux qui donnent les Arcs de la bordure ou Volute interieure.

Toute la face ou largeur de l'Abaque est de 2 modules 4 parties, celle des Volutes par devant, & par derriere, est de 2 modules 11 parties, comme on le peut voir dans la figure 8 de la Planche 40, qui représente tout le Chapiteau vu par le dessous: la largeur de la face des côtés du Chapiteau est d'un module 17 parties, la largeur de la Ceinture qui est entre les Balustres, ou qui attache le Coussinet des Volutes sur les côtés, est de 6 parties, avec un Filet de part & d'autre de 1 partie, elle prend son origine sous le Talon de l'Abaque, d'où elle descend insensiblement sur la partie de l'Ove, qu'elle embrasse de-là avec un contour agreable, jusques sur l'Orle superieur du Fust de la Colomne, d'où enfin elle remonte en s'arrondissant en dedans sur l'Astragale, pour se venir perdre au-dessous de l'Ove, les extrémités des Balustres sont enfermées d'un Ruban

Digitized by Google

ban ou Orle, qui a pour largeur 2 parties, enfin on taille des œufs dans l'Ove qui répondent au vif des Cannelures. Tout ceci s'entendra parfaitement si l'on considere les desseins qui sont relatifs à ce discours.

Scamozzy fait le Chapiteau Ionique different de celui de Vignole, comme on en peut juger par la figure 7e. de la 41e. Planche & la 9e. de la 40e. Ce Chapiteau a fort bonne grace & paroit aprouvé des meilleurs Architectes; &, afin d'être mieux instruit des particularités qui lui apartiennent essentiellement, voici l'Explication qu'en donne Scamozzy lui-même dans le Chapitre 23 du 6e Livre de son *Idée generale d'Architecture*, où, après avoir décrit le Chapiteau Ionique ordinaire, il continue en ces termes.

PLANCH. 41. FIG. 7. PLANCH. 40. FIG. 9

„ Il faut à present, dit-il, expliquer un autre Chapiteau Ionique „ de nôtre Invention, imité de l'Antique & de Vitruve en partie, qui „ est different des autres qui ont été faits jusqu'à present, en ce que „ l'Abaque est dégagé pardessous, que les Voulutes sont angulaires, „ que les 4 faces en sont égales, & qu'il a beaucoup de raport à la „ partie superieure du Chapiteau Corinthien: il est si regulier en „ ses parties, & réüssit avec tant de grace, qu'il a été mis en œu„ vre à la plûpart des Bâtimens que nous avons faits.

„ Son Plan quarré a un module & un tiers à chaque face, il y „ faut tracer des lignes diamêtrales & d'autres diagonales qui se croi„ sent & qui se divisent en 8 parties égales: du centre on décrit la „ circonference du diamêtre superieur & celle du Listeau & de „ l'Astragale.

„ Ensuite sur chaque diagonale il faut tracer à l'équerre une ligne „ distante du centre d'un module moins un huitiéme, ainsi la diago„ nale reste en tout longue d'un module 3 quarts: cette ligne à cha„ cune des extrêmités des diagonales, fait les cornes de l'Abaque qui „ ont 2 parties trois quarts de largeur, les 8 angles touchent les 4 cô„ tés du quarré, & sur un des côtés d'un des points qui le touche „ il faut prendre la Base d'un triangle équilateral & de son som„ met, tracer la ligne courbe de la face de l'Abaque, la profon„ deur de cette courbe sera de 2 douziémes & demi de module, „ de sorte que d'une courbure à l'autre, il y aura un module & un „ douziéme comme nous avons dit cy-devant, ce qui peut encore „ servir pour faire l'Abaque quarré.

„ Au milieu de chaque face de l'Abaque, il faut mettre une „ Fleur large d'un cinquiéme module ou de 3 parties, de 2 cinquié„ mes des 18, depuis l'extrémité de l'Astragale jusqu'à celle de la „ corne de l'Abaque, il y aura 7 parties de largeur, le dessous des

„ Volutes eſt de 2 parties & 3 quarts vers le devant, & elles s'élar-
„ giſſent en dedans, & s'éloignent de l'Ove & entrent deſſous l'Aba-
„ que ; ſous les Fleurs regne l'Ove qui ſaille à chaque face de demi
„ partie plus que la courbure de l'Abaque, ce qui eſt pour le Plan.

„ La hauteur de ce Chapiteau avec ſes Volutes eſt de 9 parties
„ & 5 huitiémes des 18 du bas de la Colomne, nous nous ſervons
„ de ces meſures pour faire la diviſion & donner les hauteurs des
„ parties. L'Abaque a de front un module & un tiers, ſa hauteur
„ eſt d'une partie & de 5 huitiémes, qui comprennent le Filet & le
„ Talon qui a une partie de ſaillie égale à ſa hauteur, ſous l'Aba-
„ que le Liſteau & la Volute a une partie, & le membre creux de
„ la Volute qui poſe ſur l'Ove une partie & demi.

„ L'Ove a 2 parties de ce membre creuſé qui eſt à la Volute &
„ finit ſur l'Aſtragale qui détermine le haut du Fuſt de la Colomne,
„ il y a un module & un neuviéme de diamêtre, l'Aſtragale a une
„ partie de hauteur & répond à l'œil de la Volute, le Liſteau au-
„ deſſous a 2 cinquiémes de cette partie, & ſes membres doivent
„ être toûjours dégagés des Volutes qui pendent plus bas que le
„ Liſteau de 2 parties 2 cinquiémes.

„ Les Volutes depuis le deſſous de l'Abaque ont 8 parties de haut,
„ 7 de large, & leur épaiſſeur ſous la corne de l'Abaque eſt de 2
„ parties 3 quarts, elles commencent à côté de la Fleur ſur l'Ove &
„ ſe vont courber ſous la corne de l'Abaque, l'œil de la Volute qui
„ eſt d'une partie doit être de niveau avec l'Aſtragale ; dans le milieu
„ de l'œil on fait un quarré plus petit de moitié que le diamêtre &
„ parallele aux lignes croiſées : les diagonales de ce quarré ſe divi-
„ ſent en 6 parties égales qui font en tout 12 centres pour les tours
„ de la Volute, il faut prendre garde que les centres angulaires
„ ſont éloignés entr'eux d'une demi partie, ceux des lignes du
„ quarré d'un tiers de partie, & ainſi la Volute diminue dans les
„ trois tours de ſes 12 quartiers.

„ Il y a 4 parties & demi depuis le centre de l'œil juſques ſous
„ l'Abaque, & 4 depuis le centre juſqu'au dehors de la Volute qui
„ eſt à plomb ſous la face de la corne de l'Abaque, il y en a 3 & de-
„ mi de ce même centre juſqu'au bas de la Volute ; ainſi elle di-
„ minuë de 2 parties dans le premier tour, c'eſt-à-dire une demi
„ partie pour chaque quartier ; & dans le tour elle diminuë de 2
„ tiers de parties, c'eſt-à-dire d'un ſixiéme pour chaque quartier,
„ de ſorte que c'eſt 4 parties pour les trois tours qui ſont dans l'eſ-
„ pace contenu depuis le deſſous de l'Abaque juſques ſur l'œil.

La

Digitized by Google

Entablement Ionique.

La hauteur de l'Architrave ſe fait d'un module 4 parties & demi, on donne 4 parties & demi à la premiere Platte-Bande, 6 à la ſeconde, 7 & demi à la troiſiéme, 3 au Talon, & une & demi à la Regle.

La premiere Bande repond au vif de la Colomne, la ſaillie de chacune des 2 autres eſt d'une partie, la Regle & le Talon en ont cinq. PLANCH. 41. FIG. 3.

La Friſe a pour hauteur un module & demi, elle ſe fait à plomb & répond au vif du haut de la Colomne, de même que la premiere Platte-Bande, l'on peut y entailler des ornemens compoſés de Figures, de Fleurs, ou de Feuilles.

La hauteur de la Corniche eſt d'un module 13 parties & demi, ſes moulures ſont compoſées d'abord d'un Talon qui a 4 parties, de la Regle qui en a 1, de la Bandelette des Denticules qui en a 6, d'un Filet qui a une demi partie, d'un Aſtragale d'une partie, de l'Ove qui en a 4, du Larmier qui en a 6, d'un Talon au-deſſus qui en a 2, d'un Filet qui en a une demi, de la Doucine qui a 5 parties, & de la Regle qui en a 1 & demi.

Toute la ſaillie de la Corniche eſt de 31 parties, celle de la Regle eſt de 5, ſurquoi il faut en ajoûter 4 pour la ſaillie des Denticules, 4 & demi pour celle de l'Ove, 10 pour celle de la Goûtiere, 2 & demi pour le Filet, & 5 pour la ſaillie de la Regle.

La hauteur des Denticules ſe fait de 6 parties, leur largeur de 4 ſur autant de ſaillie, & eſpacées de 2 parties: ſur le haut du vuide de ces intervales, on laiſſe en dedans une Regle qui a pour hauteur une partie & demi.

Quand on fouille des Feuillages ſur le Talon des Cimaiſes, des œufs dans l'Ove, & des grains d'Olive ou de Patenotres dans les Aſtragales, on le doit faire de maniere que le Olives répondent à plomb ſous les œufs, & les œufs ſous les Denticules, auſſi-bien que les Tiges des Feuillages de la Cimaiſe.

Maniere de tracer la Volute Ionique.

Pluſieurs ſçavans Architectes ont cherché des métodes pour tracer la Volute Ionique, afin de lui donner cette forme agréable qu'on remarque dans les Chapiteaux antiques; car l'on a ignoré juſqu'ici de quelle maniere les Anciens s'y ſont pris, ne nous étant reſté que les Ecrits de Vitruve qui ne ſatisfont point aſſés, ce qui a été cauſe

 qu'on

Digitized by Google

qu'on a regardé long-tems la Defcription de la Volute comme un Problême fort interreffant. Vignole en donne deux folutions differentes dont la pratique eft aifée, mais peu exactes, ainfi que plufieurs autres, dont je ne ferai pas mention.

Le plus fûr moyen d'inftruire un Lecteur à peu de frais, étant de lui mettre d'abord fous les yeux ce qu'il y a de meilleur, je me contenteray de raporter feulement la Volute de *Goldman*, qui eft la plus eftimée de toutes celles qu'on a imaginées jufqu'ici, parce qu'elle fe décrit Géometriquement auffi-bien que le Liftel ou Volute interieure.

PLANCH. 42. FIG. 5. Supofant qu'on a déterminé la grandeur du module qui doit fervir à régler l'Ordonnance Ionique, on le divifera comme je l'ai déja dit en 18 parties égales, on tirera une ligne *AB*, à laquelle on donnera 16 de ces parties, ou fi l'on veut un module moins 2 parties, enfuite on déterminera dans cette ligne le point *E* enforte qu'il foit éloigné de 9 parties de l'extrémité *A*, & de 7 de l'extrémité *B*. Ce point fera le centre de l'œil de la Volute, & pour avoir cet œil, on décrira un Cercle qui aura pour centre le point *E*, & pour rayon une partie, alors le diamêtre *CD* fera de 2 parties, la ligne *CA* de 8, & la ligne *DB* de 6, ainfi que le prefcrit Vignole.

Cela pofé, il faut divifer les demis diamêtres *EC* & *ED*, en 2 également aux points 1 & 4, & fur la ligne 1. 4, qui fera égale au rayon, faire le quarré 1. 2. 3. 4, dont le côté 2 & 3 touchera la circonference du Cercle, on tirera les lignes *E* 2 & *E* 3, & l'on divifera la Bafe 1. 4. en 6 parties égales, afin d'avoir les points 5. 9. 12. 8. Après quoi fur la ligne 5. 8. on fera le quarré 5. 6. 7. 8, & fur la ligne 9. 12, le quarré 9. 10. 11. 12, alors on aura 3 quarrés par conféquent 12 angles droits qui donneront 12 centres dont nous nous fervirons après avoir prolongé les côtés des quarrés indefiniment dans le fens qu'on le voit ici.

Pour tracer le contour de la Volute, il faut du centre 1 & de l'intervale 1 *A*, décrire le quart de Cercle *AF*, du centre 2. & de l'intervale 2. *F*, le quart de Cercle *FL*, du centre 3 & de l'intervale 3. *L*, le quatt de Cercle *LO*, du centre 4, & de l'intervale 4. *O*, le quart de Cercle *OQ*, du centre 5. & de l'intervale 5. *Q*, le quart de Cercle *QG*, du centre 6. & de l'intervale 6. *G*, le quart de Cercle *GI*, du centre 7. & de l'intervale 7. *I*, le quart de Cercle *IN*, du centre 8 & de l'intervale 8. *N*, le quart de Cercle *NR*, du centre 9. de l'intervale 9. *R*, le quart de Cercle *RH*, du centre 10. & de l'intervale 10. *H*, le quart de Cercle *HK*, du centre 11. & de l'intervale 11. *K*, le quart de Cercle *KM*; enfin du centre

Digitized by Google

centre 12. & de l'intervale 12. *M*, l'Arc *MS* qui aille rencontrer la circonference de l'œil de la Volute.

Pour décrire le contour interieur, il faut prendre la ligne *AP*, égale à une partie de module, ensuite chercher aux lignes *CA*, *CP*, *Ej*, une 4e proportionnelle qui sera aisée à trouver; car comme la ligne *CP*, est les sept huitiémes de la ligne *CA*, celle que l'on cherche doit être aussi les sept huitiémes de la ligne *Ej*, afin que les antecedans ayent même raport à leurs conséquents. Cela posé, si l'on considere le quarré 1. 2. 3. 4. de la 4e Figure que j'ai détaché de la Volute pour l'exprimer plus en grand, l'on y verra la ligne *Ej*, qui est suposée égale aux sept huitiémes de la ligne *E* 1. Or si de l'autre côté du point *E*, on prend la partie *Em*, égale à *Ej*, on aura la ligne *jm*, qu'il faut diviser en 6 parties égales, comme l'on a fait pour la ligne 1. 4, & faire sur les Bases *jm*, *eh*, & *ab*, les quarrés *iklm*, *efgh*, *acdb*, dont les 12 angles droits donneront encore 12 nouveaux centres, qui serviront à tracer la Volute interieure que l'on voit ponctuée sur la figure. Car si l'on supose pour un instant que les quarrés, dont je viens de faire mention, soient placés sur le diamêtre de l'œil de la Volute, on commencera par décrire un quart de Cercle qui aura pour centre le point *j*, & pour rayon l'intervale *ip*, & alors ce quart de Cercle ira se terminer sur le prolongement du côté *jk*, comme on l'a fait en premier lieu, ensuite du point *k*, qui servira de second centre, on décrira un autre quart de Cercle qui aura pour rayon l'intervale du point *k*, à l'endroit où le premier quart de Cercle aura été se terminer sur le prolongement de *jk*, & l'on continuera de suite à décrire tous les autres contours de la même maniere que l'on a fait pour la premiere Volute, puisque la construction est la même: la seule difference est que les quarrés, qui donnent les centres de l'une, sont plus grands que ceux qui donnent les centres de l'autre; & il suffira, pour avoir une parfaite intelligence de tout ceci, de prendre un compas & lui faire faire tous les mouvemens dont je viens de parler.

CHAPITRE SIXIE'ME.

De l'Ordre Corinthien.

NOUS mettons ici l'Ordre Corinthien devant le Composite, comme s'il étoit inferieur à ce dernier; mais, c'est pour nous conformer à Vignole: autrement il seroit plus naturel de mettre

Digitized by Google

le Composite immédiatement après l'Ionique, comme ont fait Scamozzy & Mr. de Chambray, qui ont regardé avec raison le Corinthien comme le plus parfait & le plus délicat.

Vignole donne 20 modules de hauteur à la Colomne de l'Ordre composé, en y comprenant sa Base & son Chapiteau; il divise encore le module en 18 parties comme dans l'Ordre précédent, & suit à peu-près les mêmes proportions pour l'Entablement & le Piédestal; c'est-à-dire, qu'il donnne à l'entablement 5 modules de hauteur, qui est précisement le quart de la Colomne; mais au lieu de prendre le tiers de cette même hauteur pour le Piédestal qui devroit être ici de 6 modules & 12 parties, il le fait un tant soit peu plus élevé, lui donnant 7 modules, par conséquent 6 parties de plus qu'il ne devroit avoir: sans doute qu'il en a usé ainsi, pour faire paroître cet Ordre encore plus délicat, & rendre la proportion du Piédestal plus agréable, en faisant que la hauteur du Dé soit double de sa largeur, comme on le va voir.

PLANCH. 40. FIG. 4.

Piédestal Corinthien.

La hauteur du Piédestal se faisant de 7 modules, on donne 12 parties pour la Base, & 14 pour la Corniche, ainsi il reste 5 modules 10 parties pour la hauteur du Dé, & comme la largeur du même Dé doit être de 2 modules 14 parties pour se trouver égale à celle de la Plinthe de la Base de la Colomne, l'on voit comme je le viens de dire que la hauteur du Dé se trouve double de sa largeur.

Des 12 parties qui déterminent la hauteur de la Base du Piédestal, on en donne 4 à la Plinthe, 3 au Tore, une à la Regle, 3 à la Doucine ou Gueule, & une à l'Astragale; & toute la saillie est de 8 parties. A l'égard des moulures du Dé, elles ne sont composées que de 2 Regles qui ont chacune une partie: de ces deux Regles, il y en a une en bas & l'autre en haut; celle d'en bas avec son Conge fait que la largeur du Dé se trouve réduite comme nous l'avons déja dit à 2 modules 14 parties.

Des 14 parties que doit avoir la Corniche du Piédestal, on en donne une à l'Astragale, 5 au Gorgerin, une au Filet, une à un autre Astragale, une à l'Ove, 3 à la Goûtiere, une & un tiers au Talon & 2 tiers de parties au Filet qui est au-dessus, à l'égard de toute la saillie, elle est de 8 parties comme celle de la base.

Colomne Corinthienne.

La hauteur de la Base de cette Colomne est d'un module, ses moulures sont la Plinthe qui a 6 parties, le Tore inferieur 4, le Filet

Digitized by Google

let un quart, la Scotie de dessous une partie & demie, le Filet un quart, l'Astragale inferieur une demi, l'Astragale superieur aussi une demi, le Filet un quart, la Scotie de dessus une demi, le Filet un quart, enfin le Tore superieur est de 3 parties; à l'égard de la saillie de la Base, elle est de 7 parties, par ce moyen la largeur de la Plinthe se trouve de 2 modules & 14 parties, par consequent égale à celle du Dé du Piédestal comme nous l'avons dit ci-devant.

La hauteur du Fust de la Colomne est de 16 modules 12 parties, ses moulures sont l'Orle d'enbas avec son Chamfrain qui est d'une partie & demi, & l'Orle d'enhaut aussi avec son Chamfrain qui n'est que d'une partie, & terminé par un Astragale qui en a 2. PLANCH. 41. FIG. 4.

La largeur de la Colomne par le bas est de 2 modules reduite à un module 12 parties par le haut, ainsi la diminution est de 3 parties de chaque côté, & afin que l'Astragale qui termine la Colomne réponde au vif de la même Colomne par le bas, on lui donne 3 parties pour saillie.

La hauteur du Chapiteau Corinthien se fait de 2 modules 6 parties: on donne 2 modules aux *Vase*, *Pannier*, ou *Tambour*, & 6 parties à l'Abaque, les Feüilles dont le Tambour est couvert ont aussi leurs proportions, les plus courtes ont 9 parties de hauteur, depuis leur naissance jusqu'au sommet de leur remplis ou courbure, & leurs plis en ont 3, les autres Feüilles qui sont au-dessus de celle-ci, les surmontent de 9 parties, c'est-à-dire qu'elles en ont 18 de hauteur depuis l'Astragale, leur reply est aussi de 3 parties, enfin les Feüilles moyennes qui sortent des tiges qu'on voit posées dans les intervales des grandes Feüilles ont 4 parties; l'Orle ou bord du Vase a pour hauteur 2 parties. Les Volutes qui sont sous les angles ou corne de l'Abaque ont pour hauteur 8 parties, depuis le dessous de leur enroulement jusqu'au dessus de l'Orle du Tambour. L'Abaque a comme nous l'avons dit pour hauteur 6 parties dont on en donne 3 à la Plinthe, une à la Regle, & 2 à l'Ove, la largeur de la Campane ou Tambour est la même que celle de la Colomne, & doit être par conséquent d'un module 12 parties, & par le haut de 2 modules 6 parties, toute la longueur de la diagonale de l'Abaque est de 4 modules, la saillie de la Plinthe est de 4 parties, la Regle en a 2 & demi de plus; la largeur des cornes de l'Abaque est de 4 parties, & pour avoir la saillie des Volutes & des Feüilles, il faut que les unes & les autres aillent se terminer sur la ligne tirée du bout de la corne de l'Abaque à l'extrémité de l'Astragale qui est au sommet de la Colomne: à l'égard de la courbure qui forme l'enfoncement de l'Abaque, elle se fait par une portion de Cercle qui a pour centre l'angle

Digitized by Google

l'angle du triangle équilateral, dont la Base est égale à la distance du milieu d'une corne de l'Abaque à l'autre.

Les Feüilles de ce Chapiteau sont toûjours au nombre de 16, dont il y en a 8 à chaque rang, chaque Feüille se partage en 7 ou 9 Bouquets, dont on en donne 2, ou pour mieux dire un entier & demi de chaque côté pour former le revers, quelquefois ce revers se fait de 3 Bouquets presque entiers, refendus suivant la nature de la Feüille.

Ces Feüilles se font d'*Achante*, d'*Olive*, ou de *Persil*; mais quand l'Ordre Corinthien est fort élevé, il vaudroit mieux se servir des Feüilles d'Olives que des autres, parce qu'étant assés plates & recevant mieux la lumiere que celles dont le travail est plus déclicat, elles paroissent plus distinctement étant vûës d'une grande distance, que les autres qui ne sont guére propres qu'à être vûës de près.

Quand on fait ces Feüilles, il faut avoir un soin tout particulier de les dessiner de bon goût; prendre garde qu'en les refendant par Bouquets, les Bouquets ne s'écartent trop, mais que toutes ensemble forment une seule Feüille qui ne devienne pas trop étroite vers le haut; que chaque Bouquet tende à trouver son origine vers le bas de la côte du milieu, autrement les Feüilles n'ont ni graces ni beautés.

Entablement Corinthien.

La hauteur de cet Entablement est de 5 modules dont on en donne un & 12 parties à l'Architrave, autant à la Frise, & 2 modules à la Corniche; les moulures de l'Architrave sont la Bande de dessous qui a cinq parties, lAstragale une, la Bande du milieu 6, le Talon 2, la Bande de dessus 7, l'Astragale une, la Gueule droite 4, & la Regle une; toute la saillie de l'Architrave est de 5 parties, dont on en ôte 3 pour celle de la Gueule droite, 3 & demi pour celle de la Bande de dessous, & 4 & demi pour celle de la Bande du milieu.

La hauteur de la Frise est aussi d'un module 9 parties, la Bande ou aire de la Frise a un module 7 parties & demi, le Fruit avec son Conge a une demi partie, & l'Astragale en a une entiere, la saillie de cet Astragale est de 2 parties.

Les moulures de la Corniche sont la Gueule droite qui a 3 parties, le Filet sous les Denticules une demi partie, la Bande des Denticules 6, le filet au-dessus une demi, l'Astragale une partie, l'Ove 4, la Regle sous les modillons une demi partie, la Bande où sont les modillons 6 parties, le Talon un & demi, la Goûtiere 5, le

Talon

Digitized by Google

Talon qui eſt enſuite un & demi, le Filet un demi, la Doucine qui eſt au-deſſus 5 parties, & enfin la Regle qui termine le tout en a une; la ſaillie de toute la Corniche eſt de 2 modules 2 parties, on donne 5 parties pour celle de la Regle, & de celle-ci il en faut ôter une & demi pour avoir celle des modillons, le Filet ſous les modillons en a 17 & demi, deſquels on en retranche 4 & demi pour celle des Denticules, la longueur ou portée des Modillons eſt de 16 parties, leur largeur eſt de 8, & leur entre-deux de 16, la largeur de chaque Denticule eſt de 4, & leur intervale de 2 parties.

Les ornemens particuliers des Talons ſe font avec des Feüilles de Chêne, ou avec des Arceaux entrelaſſés de Feüilles & de Fleurs, ceux des Aſtragales ſe font avec des Olives mêlées de Grains de Patenotes ou Grains de Lauriers, à l'égard des œufs qui ſe taillent ſur l'Ove, ils doivent répondre à plomb ſur le milieu des Denticules; on taille auſſi des muffles ou têtes de Lyon dans la Doucine qui doivent répondre au milieu de chaque Modillon.

J'ajoûterai qu'il eſt à propos que les Feüilles des Modillons ſoient de la nature de celles qui font l'ornement du Chapiteau plûtôt que de toute autre eſpece.

CHAPITRE SEPTIE'ME.

De l'Ordre Compoſite.

IL y a aparence que les anciens Architectes n'ont eû aucunes Regles déterminées pour l'Ordre Compoſite. Vitruve, après avoir expliqué les meſures du Corinthien, dit à la fin du premier Chapitre de ſon quatriéme Livre, qu'il y a d'autres ſortes de Chapiteaux de differens noms, que l'on met ſur les mêmes Colomnes, mais dont il ne peut marquer les proportions, ni leur donner le nom d'un Ordre, parce qu'étant pris du Dorique, Ionique, & Corinthien, on en a changé les moulures pour en faire d'autres nouvelles. Ce ſont à peu-près ſes termes; d'où l'on peut conclure, que dans le tems que cet Auteur a écrit, l'Ordre Compoſite n'étoit pas ſeparé des autres, mais dépendoit du goût & du caprice de ceux qui ne voulant pas imiter exactement les trois Ordres Grecs ſe donnoient la liberté d'y faire tous les changemens que pouvoit fournir leur imagination; ainſi, les Architectes modernes ont crû ne pouvoir mieux faire pour établir quelque choſe de certain pour l'Ordre Compoſite, que

Digitized by Google

de mesurer exactement quelques-uns des plus beaux Ouvrages de l'Antiquité qui nous sont restés dans ce goût-la, & s'en servir comme de modeles & de regles assurées pour en déterminer les proportions, s'attachant d'ailleurs à lui donner les membres & les moulures les plus delicates & les ornemens les plus recherchés.

Vignole ne met point de difference entre les mesures generales de cet Ordre & celles du Corinthien, donnant encore 20 modules de hauteur à la Colomne Composite, y compris sa Base & son Chapiteau, 7 au Piédestal qui est un peu plus du tiers de la Colomne pour les raisons que l'on a vû ci-devant, & 5 à l'Entablement qui est toûjours du quart de la Colomne: ainsi, ce n'est que dans les mesures particulieres des moulures, & dans la figure du Chapiteau, que cet Ordre differe du Corinthien.

Piédestal Composite.

PLANCH. 40. FIG. 5. La Base du Piédestal est de 12 parties, sur quoi l'on en donne 4 à la Plinthe, 3 au Tore, une à la Regle, 3 au Talon renversé, & une au Cordon; toute la saillie est de 8 parties.

La hauteur du Tronc du Piédestal est de 5 modules 10 parties, & sa largeur de 2 modules 14 parties, ses moulures sont la Regle inferieure & superieure avec leurs Chamfrains, qui ont chacun une partie.

La hauteur de la Corniche du Piédestal est de 14 parties, sur quoi l'on en donne une à l'Astragale, 5 au Gorgerin ou à la Frise, une au demi-creux, deux tiers au Filet, une & un tiers à la Doucine, 3 parties à la Goûtiere, une & demi au Talon, & deux tiers à la Regle; quant à la saillie elle est égale à celle de la Base, c'est-à-dire, qu'elle est de 8 parties, le soffite de la Goûtiere est creusé par-dessous d'un Canal qui laisse en dehors une Bande d'une partie.

Il y a des Architectes qui mettent des Tables en saillie ou en creux dans le Dé de ce Piédestal, sans considerer le caractere de l'Ordre. Ces Tables à la verité font un fort bel effet : mais, il faut prendre garde qu'elles ne doivent avoir de saillie qu'aux Ordres Toscan & Dorique ; car aux 3 autres Ordres elles doivent être prises en dedans. Il est vrai, que les Anciens n'ont pas pratiqué ces especes d'ornemens aux Piédestaux, ayant toûjours laissé nud les faces du Dé, parce qu'aparament ils aprehendoient que cela fût contraire à la solidité.

Colom-

Digitized by Google

Colomne Composite.

La Base de la Colomne est encore d'un module ou de 18 parties, sur quoi l'on en donne 6 à la Plinthe, 4 au Tore inferieur, un quart au Filet, 2 parties à la Scotie inferieure, un quart au Filet, 3 parties au Tore superieur, un demi à l'Astragale, un quart au Filet, un & demi à la Scotie superieure, un quart au Filet, & 3 parties au Tore superieur; la saillie est de 7 parties de chaque côté, & ainsi la Plinthe en front est de 2 modules 14 parties, il en faut ôter 3 parties 3 quarts pour la saillie du Tore superieur, pour celle de l'Astragale 4 & demi, & 5 pour celle du Filet.

Le Fust de la Colomne a pour hauteur 16 modules 12 parties, ses moulures sont l'Orle inferieur avec son Chanfrain qui a une partie & demi, le Tronc a 16 modules 7 parties & demi, l'Orle superieur avec son Chanfrain une partie, & l'Astragale 2, la grosseur du pied de la Colomne est de 2 modules, & réduite par le haut à un module 12 parties, ainsi la diminution est de 3 parties de chaque côté: la saillie de l'Orle inferieur est de 2 parties, celle du superieur d'un & demi, & celle de l'Astragale de 3, afin qu'il réponde au vif de la Colomne.

La hauteur du Chapiteau est de 2 modules 6 parties comme au Corinthien, le Tambour a 2 modules, & l'Abaque 6 parties, les membres du Tambour sont les Feüilles basses qui ont 9 parties, leur repli 3, les Feuilles hautes 9, leur repli 3, l'espace des Rosetes 4, l'Orle un demi, l'Astragale un & demi, l'Ove 4 parties, l'Orle de la Campane 2; les membres de l'Abaque sont la Plinthe ou Goutiere qui a 4 parties, le Filet une demi, l'Ove une & demi, la hauteur des Volutes 16 parties, depuis le haut des Feuilles jusqu'au Filet de l'Abaque; les saillies dépendent du Plan & du Profil sur la diagonale comme au Corinthien, sur lequel il faut tirer une ligne du coin de l'Ove de l'Abaque jusqu'à l'Astragale du Fust de la Colomne qui déterminera celle des Feuilles, & si l'on tire une ligne parallele aux moulures de l'Abaque par le point où la ligne de la hauteur de la Volute est divisée, ensorte qu'elle laisse 9 parties au-dessus & 7 au-dessous, & qu'on prenne sur cette ligne en dedans 8 parties, à commencer du point où elle coupe celle qui détermine les saillies, l'on aura le centre de l'œil de la Voulute qui se décrira comme l'Ionique, avec cette difference seulement que les Ioniques sont droites ou plattes sur les deux faces anterieures ou posterieures du Chapiteau, au lieu que celles-ci suivent le contour du ren- PLANCHE. 41. FIG. 5.

 fon-

Digitized by Google

foncement des 4 faces du Chapiteau. A l'égard de la structure du plan & du contour du renfoncement de l'Abaque, c'est la même chose qu'au Corinthien, la faillie de l'Ove sur le vif du haut de la Colomne a 6 parties, celle de l'Astragale 3, & celle de l'Orle 1 & demi: le front des cornes de l'Abaque est de 6 parties, sa largeur diagonale est de 4 modules, dont on ôte 4 parties de chaque côté pour la goutiere de l'Abaque, & 2 & demi pour le Filet, la largeur de la fleur du milieu est de 8 parties.

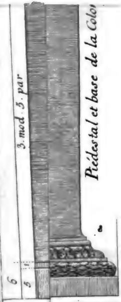
Entablement Composite.

L'Architrave a 1 module 9 parties, sur quoi l'on en donne 8 à la premiere Bande, 2 au Talon, 10 à la seconde Bande, 1 à l'Astragle, 3 à l'Ove, 2 au Demi-Creux, & une à la Regle: la saillie a 7 parties, dont l'on ôte 2 pour le pied du Demi-Creux, & 5 pour la seconde Bande.

La Frise a aussi 1 module 9 parties, sur quoi l'on en donne 1 & demi au Filet avec son Chanfrain, & 1 au Cordon ou Astragale.

La Corniche a 2 modules ou 36 parties, dont l'on donne 5 à l'Ove, 1 à la Regle sous les Denticules, 8 à la Bande des Denticules, 4 au Talon, 1 à la Regle, 1 & demi à l'Ove, 5 à la Goutiere, 1 à l'Astragale, 2 au Talon, 1 à la Regle, 5 à la Doucine, & 1 & demi à la Regle; la saillie est égale à la hauteur, c'est-à-dire a 2 modules, dont il faut ôter 5 parties pour celle de la Regle, & 8 pour la Goutiere, & de celle-ci 10 pour celle de la Regle, la saillie de la Bande des Denticules est de 14 parties, celle de la Regle sous les Denticules 8, & celle du pied de l'Ove 2. Sous le soffite de la Goutierre on entaille un Canal, dont le contour doit suivre agreablement celui de l'Ove de dessous, & laisse une Bande en dehors de la largeur de deux parties, le front des Denticules est de 6 parties, & leur intervale de 3; dans le fond des intervales on laisse une Regle sous le Talon, creusée à la moitié & soutenuë de deux petits ronds.

L'on fait aussi des canelures aux Colomnes Corinthiennes & Composites, de la façon que nous avons dit qu'on le pratiquoit à l'Ionique, c'est-à-dire qu'elles doivent être au nombre de 24 & tracées de même: on taille quelquefois dans ces canelures, pour rendre leurs côtes moins fragiles & moins sujettes à être brisées, certains ornemens qu'on nomme *Rudentures*, qui ont la figure de cordes ou de batons; par exemple, quand on fait des Colomnes ou des Pilastres canelées sans piédestaux & posées à crû sur le rez-de-Chaussée, ou du moins



Chapiteau Ionique de Scamozzÿ vuë par le dessous.

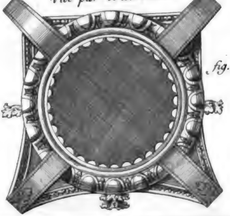
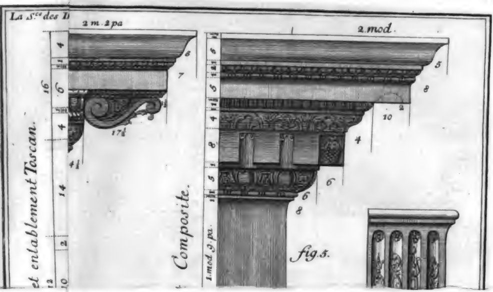


fig. 9.

Digitized by Google

[illegible]ment des [illegible] Chapiteau. A l'égard de la [illegible]

gitized by Google


La S.te des D
2 m. 2 pa
2. mod.
et entablement Toscan.
Composite.
1.mod. 9. pa.
fig.5.

moins si peu élevées qu'on les peut toucher de la main, il faut rudenter les canelures jusqu'au tiers de leur hauteur, c'est-à-dire qu'il faut les remplir en partie jusqu'à cette hauteur de ces Rudentures, afin d'en fortifier les côtes qui autrement seroient bien-tôt ruinées.

Ces Rudentures, qui furent d'abord imaginées pour l'utilité, ont donné ensuite occasion d'en faire des ornemens pour enrichir les canelures: ainsi au lieu de ces Rudentures fortes & simples, on en fait quelquefois de très legeres, on les travaille en figures de rubans tortillés, de feüillages, de chapelets, de fleurons & autres ornemens délicats & fort riches; mais, ces sortes de Rudentures ne doivent être pratiquées que dans des Colomnes ou des Pilastres de Marbre, & qui sont hors la portée des mains du public.

Il faut que le nombre des canelures soit moindre, lorsqu'on y taille de ces ornemens pour les degager davantage, ensorte qu'au lieu de 24 qui sont ordinairement au Corinthien, il n'y en ait que 20, & même que chaque côté n'ait environ que le quart de la largeur de la canelure. On dispose ces ornemens de differentes manieres, où les faisant sortir du Roseau de la longueur du tiers du Fust comme aux Colomnes Ioniques des Thuileries, ce qui est la meilleure maniere, en les espaçant sans Roseaux, comme lorsqu'il n'y a dans chaque Canelure qu'une branche au bas, une autre au tiers ou à la moitié, & une troisiéme au haut, ou enfin par petits bouquets mêlez alternativement dans les canelures.

Remarques sur les cinq Ordres en général, suivies de l'Explication de quelques Fragmens des plus beaux Edifices antiques de Rome.

Si l'on en veut croire Mr. de Chambrai, l'Orde Toscan ne doit être employé qu'aux Maisons de Campagne, c'est-à-dire aux lieux rustiques & champêtres: il est vrai que de la maniere dont Vitruve, Palladio, & quelques autres l'ont traité, il n'a rien de recommandable; mais il faut convenir, que, suivant la Composition de Vignole, il a dans sa simplicité des beautez qui le rendent très estimable.

L'Ordre Dorique peut passer pour le premier que les Grecs ont inventé, sa composition est grande & noble, les Triglyphes qui font l'ornement de la Frise ont quelque chose de gracieux & de fier; dans les plus anciens Monumens qu'on a fait de cet Ordre, les Colomnes y étoient sans base, & on est assés embarrassé d'en donner une raison satisfaisante. Vitruve veut qu'étant composées à l'imitation d'un homme nud, fort & nerveux, tel que seroit un Hercule,

elles ne doivent point avoir de base, voulant qu'une base soit à la Colomne ce qu'une chaussure est à l'homme; mais, j'avouë que je ne puis considerer une Colomne sans base, en la comparant à un homme, qu'en même-tems je n'aye l'idée d'un homme sans pieds, plûtôt que sans chaussure: ainsi, j'aime mieux croire que les premiers Architectes ne s'étoient pas encore avisez de donner des bases à leurs Colomnes, lorsqu'ils imaginerent cet Ordre.

Vitruve prétend, que les Colomnes de l'Ordre Ionique ont été composées sur le modéle d'une jeune fille coëffée en cheveux, & d'une taille gracieuse: les Romains les employoient particulierement aux Temples, & aux endroits où l'on rendoit la Justice. A l'égard de la base que Vignole leur donne, elle paroît de mauvais goût, le gros Tore qui la termine faisant un vilain effet sur les Astragales & les Cavets qui sont au-dessous: les Anciens y mettoient ordinairement une base attique, semblable à celle qui est representée par la 7e figure de la Planche 40. Comme on peut s'en servir indifferemment dans les trois derniers Ordres, & qu'elle est plus belle que toutes celles de Vignole, je vais en donner les proportions, afin que dans l'occasion on puisse en faire usage.

PLANCH. 40. FIG. 7.

La hauteur de cette base est d'un module comme à l'ordinaire, ses moulures sont la Plinthe qui a 6 parties, le Tore inferieur 4 & demi, l'Orle inferieur un demi, la Scotie 3 parties, l'Orle superieur un demi, & le Tore superieur 3 & demi, toute la saillie est de 7 parties, dont on en donne 2 tiers pour celle du Tore superieur, 4 & demi pour celle de l'Orle qui est au-dessous, & 6 pour le Creux de la Scotie.

La figure 6e represente encore une autre base de fort bon goût, qui est un peu plus ornée que l'autre, mais cependant sans confusion, elle est composée de la Plinthe qui a 6 parties, du Tore inferieur qui en a 3 & demi, d'un Astragale qui en a 1, d'un Filet qui n'a qu'une demie, d'une Scotie qui en a 2 & demi, au-dessous de laquelle est un Filet de demie partie, un Astragale de 1 partie, le tout terminé par un Tore qui en a 3, les saillies sont les mêmes que les précedentes.

L'Ordre Corinthien est le plus noble, le plus riche, & le plus délicat de tous ceux qui ont été imaginés par les Anciens & les Modernes, (car les Modernes ont aussi voulu inventer un Ordre, mais avec peu de succès.) Les proportions que lui donne Vignole me paroissent fort belles: on lui reproche seulement d'avoir mis dans la Corniche de l'Entablement des Denticules avec des Modillons; parceque, dit-on, cela est contraire à la Regle prescrite par Vitruve, qui les

les condamne, & qui ne veut de Denticules qu'aux Ordres Dorique & Ionique. Cependant, il ſemble que les meilleurs Architectes de notre tems ne ſe ſont pas arrêtés au ſentiment de Vitruve, puiſqu'ils en ont mis dans tous les autres Ordres, excepté au Toſcan; & je ne vois pas qu'on puiſſe leur en faire un crime, puiſqu'elles produiſent un fort bel effet: mais il y a des gens qui ont un reſpect ſuperſticieux pour tout ce qui vient des Anciens, & dont la prévention eſt ſi grande, que les meilleures raiſons ne ſont pas capables de les deſabuſer.

Vitruve raporte un trait aſſés ſingulier au ſujet de l'Invention de cet Ordre: il dit qu'une jeune Fille de Corinthe étant morte, ſa nourrice mit ſur ſon tombeau un Panier dans lequel étoient quelques petits Vaſes qu'elle avoit aimés pendant ſa vie; &, pour empêcher que la pluye ne les gâtât, elle mit une Thuile ſur le Panier, qui par haſard ayant été poſé ſur une racine d'Acanthe, il arriva qu'au Printems les Feüilles venant à pouſſer au tour du Pannier ſe recourberent ſous les coins de la Thuile où elles formerent une maniere de Volute, & que le Sculpteur Callimachus s'étant apperçû de l'effet ſingulier & gracieux que produiſoient ces Feüilles ainſi diſpoſées profita de l'idée que lui fournit la Nature pour en compoſer le Chapiteau qu'on a depuis nommé Corinthien.

Je n'ai rien à dire de particulier ſur l'Ordre Compoſite, en ayant aſſés fait mention dans les Chapitres précédens: j'ajoûterai ſeulement qu'on n'approuve point que Vignole ait donné la même proportion à la Colomne de cet Ordre, qu'à celle du Corinthien, puiſque naturellement il devoit avoir égard à la difference de leurs Chapiteaux; on lui reproche auſſi d'avoir fait les Entablemens de ces deux derniers Ordres trop lourds, & d'y avoir employé des Denticules plus groſſieres que dans le Dorique, puiſqu'il ſemble qu'il auroit dû faire tout le contraire.

Si les Ordres d'Architecture avoient eû des beautés poſitives & bien connuës, comme l'a voulu inſinuer Mr. Perrault dans la Préface de ſon Livre *de l'Ordonnance des cinq eſpeces de Colomnes ſelon la Méthode des Anciens*, les Architectes auroient été obligés de convenir entr'eux de leurs regles; mais, ces beautés n'étant qu'arbitraires, puiſqu'elles ne ſont fondées ſur aucune démonſtration conſtante, ceux qui en ont traité nous ont donné des principes bien oppoſés ſuivant leur goût & leur genie. Cependant, quoiqu'un même Ordre puiſſe avoir des beautés & des proportions différentes, on convient qu'il eſt conſtant qu'entre ces diverſes beautés & proportions il y en a qui plaiſent davantage, & qui ſont plus univerſellement aprouvées;
& c'eſt

& c'eſt ce que l'on peut dire des Ordres de Palladio & de Vignole. Et pour qu'on en puiſſe faire le Paralelle, il eſt bon qu'on ſoit prévenu que les cinq Ordres qui ſont ſur les Planches 37. 38. & 39. ſont ceux de Palladio, que je ne m'arreterai point à détailler, pour ne pas groſſir ce Livre mal-à-propos: il ſuffira ſeulement, qu'en conſiderant avec attention les deſſeins de cet Auteur, on ſe mette en état de juger en voyant un Edifice s'il eſt décoré ſelon lui ou Vignole; car, il eſt bien aiſé de ne pas prendre le change, la compoſition de ce dernier étant beaucoup plus grande & plus majeſtueuſe.

Pour faire voir que c'eſt avec juſtice que j'ai donné, dans le commencement de ce cinquiéme Livre, tant d'Eloge à l'Architecture ancienne, je vais expliquer quelques Fragmens des plus beaux Edifices de Rome, que j'ai tiré du *Paralelle de l'Architecture antique avec la moderne* de Mr. de Chambray, qui peut paſſer ſans contredit pour un des grands hommes de ſon tems, & le plus habile Architecte que nous ayons eû en France: l'honneur qu'il fait à la Nation mérite bien que je m'arrête un moment pour rapporter quelques traits de ſon Hiſtoire; les habiles gens m'en ſauront gré, & je m'acquiterai en partie de la reconnoiſſance que je dois à ſa mémoire pour les lumieres que j'ai tirées de la lecture de ſes Ouvrages.

Rollant Freart de Chambray, Couſin germain de Mr. *Deſnoyers*, Secretaire d'Etat de la Guerre & Surintendant des Bâtimens ſous Loüis XIII. fut envoyé à Rome par Ordre de Sa Majeſté en 1640, pour négocier des Affaires importantes avec Sa Sainteté. Ce fut dans ce Voyage, qu'aidé de Mr. de Chantelou ſon frere, & de Mr. Pouſſin le Raphaël de ſon ſiécle, il recueillit ce que l'Italie pouvoit offrir de plus rare & de plus curieux. De retour en France, on le députa une ſeconde fois pour faire benir deux Couronnes de Diamans que leurs Majeſtés offroient à N. Dame de Lorette en action de grace de la naiſſance du Dauphin, c'eſt-à-dire de Loüis le Grand; & comme le Roy avoit été fort ſatisfait des ſavantes Recherches de ſon premier Voyage, il lui ordonna d'en faire de nouvelles, & de ne rien négliger pour tout ce qui pouvoit contribuer à la perfection de l'Architecture, & à la beauté du Louvre que l'on bâtiſſoit alors. C'eſt à ces deux Voyages, que nous devons en partie ſon excellent Livre du Paralelle.

Loüis XIV, voulant faire continuer le Bâtiment du Louvre, engagea par ſon Ambaſſadeur à Rome le *Cavalier Bernin*, Architecte fameux, de venir en France: il n'y fut pas plûtôt arrivé, que Mr. de Chambray eût ordre de travailler de concert avec lui; mais, l'Italien ne fut pas longtems ſans connoître combien les connoiſſances de Mr.

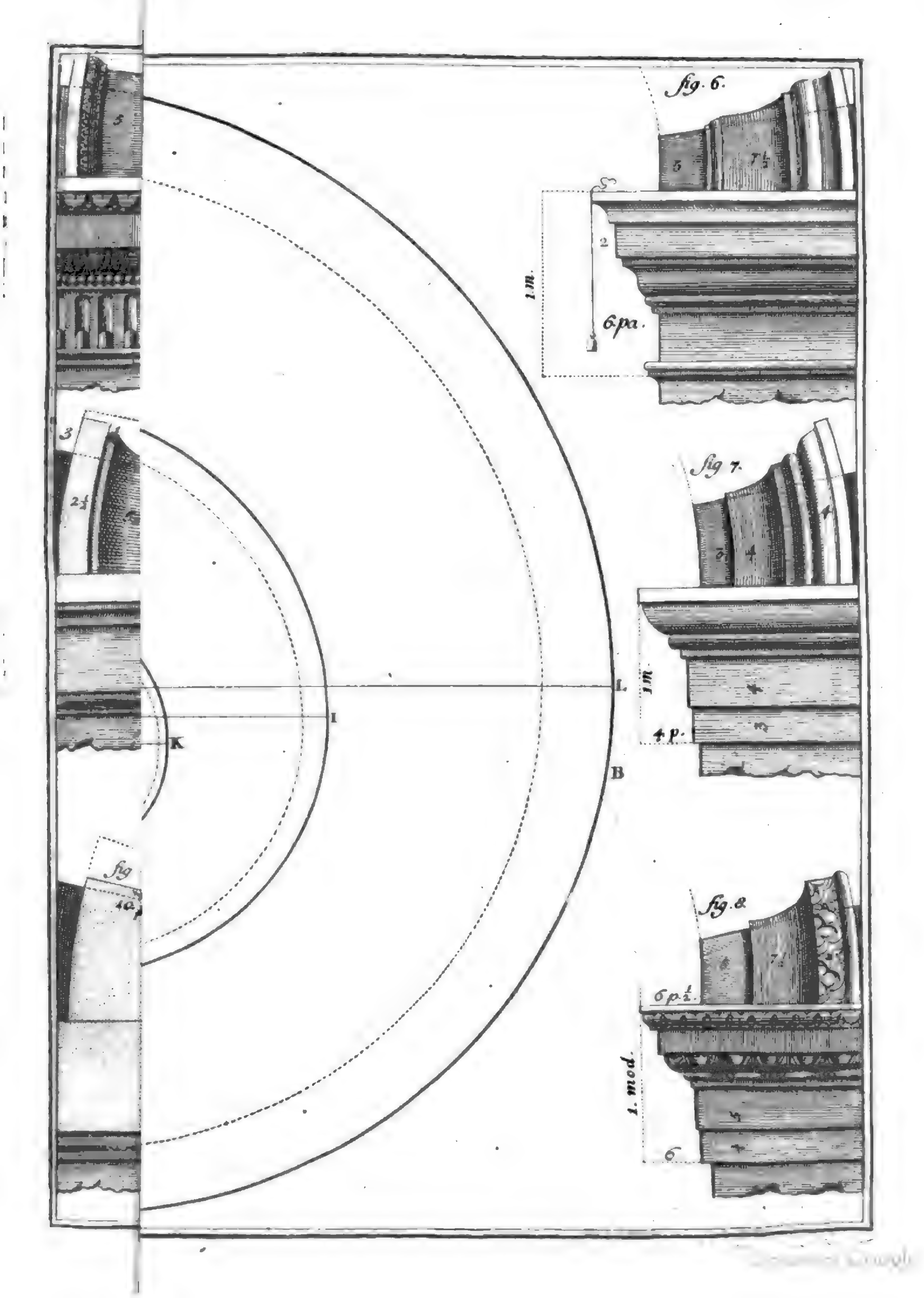


fig. 6.
5
7½
2
1 m.
6 pa.
3
2½
fig 7.
5
4
1 m.
4 p.
L
I
K
B
fig
fig. 8
7½
6 p. ½.
1. mod.
6

Mr. de Chambray étoient superieures aux siennes; & ce qui est également à la louange de tous deux, c'est que le Cavalier Bernin dit au Roi, que Sa Majesté auroit pû se dispenser de le faire venir de si loin, puisqu'il avoit trouvé dans Mr. de Chambray un Maître qu'il se feroit honneur de suivre, & qu'il n'étoit pas assés temeraire pour rien changer à son projet. Exemple rare, où la concurrence s'est dépoüillée de ses propres interets pour rendre hommage au vrai mérite; mais, cela ne doit pas surprendre: les grands Hommes ont toûjours des traits qui marquent leur caractere, au lieu que l'ignorance croit se signaler, & trouver de la ressource, dans les sentimens de jalousie qu'elle fait éclater.

Comme il ne reste aucun ancien Monument de l'Ordre Toscan qui se soit trouvé digne de quelque attention, Mr. de Chambray n'en donne point d'exemple; mais, en récompense, on a lieu d'être satisfait de ceux qu'il raporte des autres Ordres: & comme, tout admirables qu'ils sont, on ne peut les regarder sans faire quelque choix, puisqu'il se trouve de chaque Ordre en particulier des Profils mieux proportionnés les uns que les autres, je me suis attaché à décrire les plus aprouvés dans le rang qui leur convenoit relativement à celui que Vignole donne aux siens.

Si l'on considere la Planche 43. l'on verra qu'elle represente un Chapiteau & un Entablement Dorique tirés des *Termes de Dioclettien.* Ce morceau est regardé comme un des plus excellens de tous les ouvrages antiques de cet Ordre, sa composition est noble & réguliere, les ornemens sont apliqués avec goût sur chaque membre, en enrichissant les uns sans blesser les autres. PLANCH. 43.

Comme la Colomne ne subsiste plus en entier, on ne peut juger positivement des proportions generales qu'on y a suivi: cependant, l'on remarque que l'entablement est de 4 modules; ce qui fait présumer que la Colomne en avoit 16, parceque les Anciens ont presque toûjours donné à la hauteur de l'Entablement le quart de la Colomne: quant à sa Base, Mr. de Chambray ne la raporte point, parce qu'aparamment il n'en paroit plus, la barbarie de certains siécles ayant tellement défiguré la plûpart des anciens Monumens, que ce n'est qu'avec bien de la peine qu'on en a tiré quelque morceau entier.

La 44^e^. Planche représente un Profil Ionique qui peut passer pour l'ouvrage le plus parfait qui nous soit resté des Anciens. Mr. de Chambray le regarde comme le Chef-d'œuvre de la plus haute Perfection. Palladio, qui l'a aussi raporté dans le treiziéme Chapitre de son quatriéme Livre, ne peut lui donner trop d'éloge; & quand on PLANCH. 44.

manqueroit de goût pour en connoître toute la beauté, il suffiroit du Jugement de ces deux grands Maîtres pour en sentir le prix.

L'Ordre entier, depuis le rez-de-Chaussée jusqu'à la Corniche, a pour hauteur 11 diamètres ou 22 modules, la Colomne avec sa Base & son Chapiteau en a 18, & l'Entablement c'est-à-dire l'Architrave, la Frise, & la Corniche en a 4, qui est un peu moins du quart de la Colomne. Si l'on veut juger de la proportion des autres parties, on n'aura qu'à considerer les chiffres qui sont cottés à l'endroit de chaque membre: surquoi il est à propos que j'avertisse que Mr. de Chambray divise le module en 30 parties égales qu'il nomme *minutes*.

PLANCH. 45. La Planche 45 comprend un Profil Corinthien si riche & si superbe, qu'il ne paroit pas qu'on puisse rien faire de plus magnifique que ce qu'on voit dans cet exemple, qu'on ne peut imiter à propos, dit Mr. de Chambray, qu'avec beaucoup de prudence & de circonspection; car l'abondance des ornemens est sujette à embroüiller s'ils ne sont employés avec œconomie, autrement ils font naître une confusion qui blesse l'œil des connoisseurs; & c'est en effet ce que j'ai remarqué à Paris à quelque Portail d'Eglise que l'on a gâté en le chargeant d'ornemens superflus: je croi qu'on sentira bien, que je ne veux point parler de celui de St. Gervais, qui peut passer pour le morceau d'Architecture le plus accompli que nous ayons en France.

Pour expliquer les proportions generales du profil dont il est question presentement, l'on saura que la Colomne avec sa Base & son Chapiteau a 20 modules, que l'Entablement a deux neuviémes de la hauteur de la Colomne, sur quoi l'Architrave & la Frise ont chacun un module & un tiers, c'est-à-dire 40 minutes, & la Corniche deux modules moins 8 minutes, c'est-à-dire 52 minutes.

Quant à la Base de la Colomne, elle me paroit de fort bon goût, étant composée de plusieurs moulures qui font ensemble un tout qui réüssit fort bien.

PLANCH. 46. La Planche 46. comprend encore un autre Profil Corinthien, qu'on a composé sur l'idée que plusieurs Historiens célébres donnent de quelque partie du Temple de Salomon; & comme il me siéroit mal d'entrer dans aucune Dissertation critique sur un Sujet si équivoque, je prens le parti de raporter à la lettre ce qu'en dit Mr. de Chambray, & je laisse au Lecteur éclairé d'en porter le jugement qu'il jugera à propos.

„ Voici, *dit-il*, un Ordre particulier, mais d'une excellente Com-
„ position: &, quoique je n'ose pas assurer que ce Profil soit précisément

„ sément le même que celui du Temple de Salomon (qui est le Mo-
„ dele que je me suis proposé) neanmoins, autant qu'on peut apro-
„ cher de cette divine Idée par la Description qui en paroit dans la
„ Bible, & en quelques Historiens célébres que *Vilalpandus* raporte
„ en son grand Ouvrage, où les ornemens & toutes les principales
„ proportions de chaque membre sont exactement specifiés; je crois
„ qu'il lui est assés conforme. La Composition en est toute Corin-
„ thienne, quoique les Feüillages du Chapiteau & ses Caulicoles
„ soient de Palmes, & que la Frise de l'Entablement ait emprunté
„ l'Ornement Dorique qui sont des Trigliphes, la Solidité desquels
„ n'a pas beaucoup de conformité avec la Délicatesse Corinthienne.
„ Mais, quelque Nom qu'on veüille donner à cet Ordre, neanmoins
„ *Josephe* dit que c'étoit le Corinthien. Il est assuré, qu'il n'y en a
„ jamais eû de plus parfait: &, bien que le Corinthien soit un Or-
„ dre tendre & virginal, lequel ne demande pas cette Fermeté & Vi-
„ rilité Dorique qui nous est symbolisée par les Trigliphes, si est-ce
„ qu'on peut en certaines occasions l'y introduire avec tant d'a-
„ dresse & de raison, qu'elle sera non-seulement excusable, mais
„ très-judicieuse. „

L'Ordre Composite étant celui qui souffre le plus de difficulté dans l'execution, à cause de l'incertitude des proportions que lui ont donné les Anciens, je croi qu'on sera bien aise d'en voir un exemple sur la Planche 47. qui represente un Profil tiré de l'*Arc de Titus à Rome*. Comme cet Arc de Triomphe fut élevé à la gloire de Titus au retour de la Conquête de Jerusalem, Mr. de Chambray croit que l'Architecte qui le construisit y avoit suivi cet Empereur, où, selon toute aparence, il étudia les Beautés du Temple, ayant introduit dans les Ornemens de la Frise ses principales Dépoüilles, comme le Chandelier à sept branches qui étoit dans le Sanctuaire, la Table d'Or qui servoit à mettre le Pain de Proposition, & plusieurs autres choses touchant les Sacrifices, qui se voyent encore aujourd'hui. Il ajoûte, que cet Arc est le premier & le plus achevé qui ait été élevé à la Gloire des Héros. PLANCH. 47.

CHAPITRE HUITIE'ME.

Des Colomnes & de leur Diminution, des Persiques, & des Cariatides.

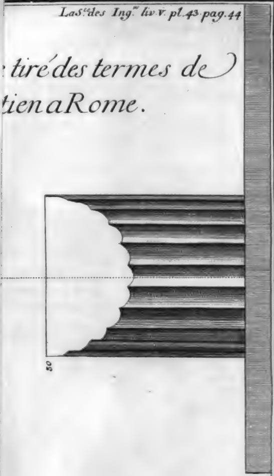
SI l'on juge de l'origine des Colomnes par ce qu'en disent quelques Historiens, il y a apparence qu'elles sont trés anciennes, & que l'usage en étoit frequent long-tems avant l'Invention des Ordres. On les fit servir d'abord de Monumens pour éterniser la memoire des grands hommes, ou pour marquer à la posterité la reconnoissance des bienfaits qu'on en avoit reçûs: aprés leur mort, on dressoit une Colomne, au sommet de laquelle étoit l'Urne qui renfermoit leurs cendres; & il y a apparence que c'est cette Urne qui a donné lieu au Chapiteau dont on s'est servi depuis pour les couronner agreablement.

Vitruve dit que les premieres Colomnes, qui parurent en Grece, furent celles du Temple de Junon dans Argos; & que les Doriens, ne sachant quelle proportion leur donner, considererent que le pied de l'homme étoit ordinairement la sixiéme partie de sa hauteur, & sur cet exemple ils firent les Colomnes sextuples de leur grosseur: ensuite, ils en augmenterent la hauteur au Temple de Diane à Ephese, parce qu'ils voulurent leur donner des mesures proportionnées à la stature des femmes de leur Païs. Quoiqu'il en soit, les Architectes ont toûjours paru fort partagez sur la hauteur qu'il falloit leur donner pour chaque Ordre: c'est pourquoi, nous nous en tiendrons aux proportions de Vignole, sans nous arrêter à raporter tout ce qu'on pourroit dire sur ce sujet.

Les premiers Architectes ayant fait les Colomnes à l'imitation des arbres, qui sont ordinairement plus gros par le pied que vers le haut, ils les ont aussi diminuées dans le même goût: mais, comme l'on s'est aperçu que cette diminution produisoit un effet desagreable, on s'est contenté de ne la commencer qu'au tiers de la tige; c'est-à-dire, qu'ayant divisé la hauteur de la tige en trois parties égales, la premiere reste a plomb & partfaitement cilindrique, & les deux autres vont en diminuant imperceptiblement jusqu'à l'Astragale: cette diminution se fait plus ou moins sensible, selon la grosseur ou la delicatesse des Colomnes, & c'est ce que l'on a dû remarquer dans les Chapitres precedens.

On

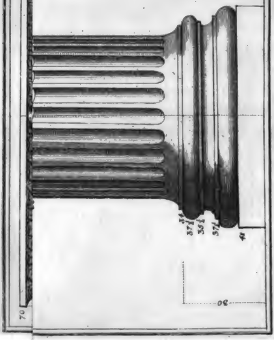
: tiré des termes de
tien a Rome.

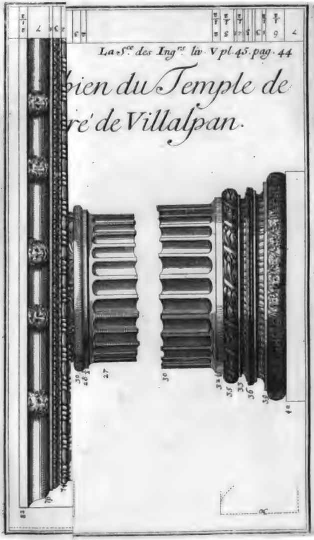


Digitized by Google

La S.ce des Ing.rs liv V. pl. 44. pag. 44.

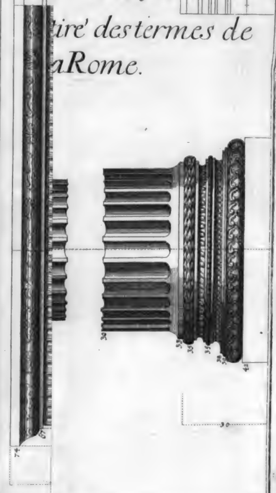
é du Temple de la
e qui est maintenant
e Egyptienne



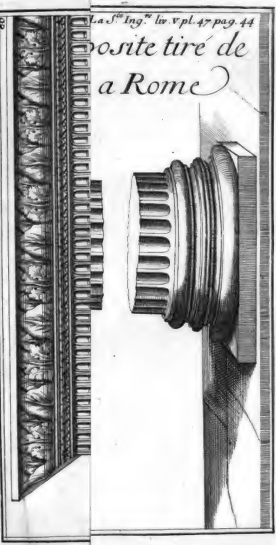

La Sce. des Ingrs. liv. V pl. 45. pag. 44
bien du Temple de
ré de Villalpan.

Google

…tiré des termes de …a Rome.



Digitized by Google



Digitized by Google

On a auſſi donné du renflement aux Colomnes à l'imitation du corps humain, qui eſt plus large vers le milieu que vers les extrémitez : mais, les Architectes ſont encore partagez ſur ce ſujet, parce qu'on n'en a point d'exemple antique ; il y en a même, qui traitent ce renflement d'abus inſuportable : cependant, l'uſage de renfler les Colomnes à leurs tiers eſt ſi pratiqué par les modernes, qu'on n'en voit preſque point qui ne le ſoient : c'eſt pourquoi on a cherché pluſieurs moyens pour le faire agreablement ; car, moins il eſt ſenſible, & plus il eſt beau. Or, pour ſavoir de quelle maniere on doit les diminuer ou les renfler, voici les deux Pratiques que donne Vignole, que je raporterai preferablement à pluſieurs autres qui ſont à la verité moins mécaniques, mais plus difficiles à executer.

Maniere de diminuer les Colomnes.

Après avoir déterminé la hauteur & la groſſeur des Colomnes, avec la quantité dont on veut qu'elle diminue depuis le tiers juſqu'au haut, il faut d'écrire un demi-cercle ſur le diamêtre *CD*, enſuite mener la parallele *GE* à l'Axe *AB*, enſorte qu'elle vienne rencontrer le demi-cercle au point *E*, afin d'avoir l'arc *CE* : l'on diviſera enſuite la ligne *AM* en un certain nombre de parties égales, comme en 10 ou 12 ; mais, je me contenterai de ne la diviſer ici qu'en ſix, afin de rendre la figure moins confuſe : il faut diviſer de même l'Arc *CE* en autant de parties égales que la ligne *AM*, & par chaque point de diviſion mener des paralleles à l'Axe : on menera auſſi par les points *I* d'autres paralleles au diamêtre *CD*, qui, venant rencontrer les précédentes, donneront les points *K* qui marqueront de combien la Colomne doit diminuer. Or, pour tracer cette diminution, il faut prendre une grande Regle flexible, & la faire paſſer par tous les points que la courbe doit rencontrer. PLANCH. 48.

Maniere de renfler les Colomnes.

Ayant déterminé les meſures de la Colomne & tiré le diamêtre *DE*, qui doit paſſer par le tiers de l'Axe *AB* comme ci-devant, il faut avec le Compas prendre le demi-diamêtre *CE*, (que je ſupoſe égal à celui de la Colomne) & le porter à l'extrémité *G* du diamêtre *GH*, enſorte que venant rencontrer l'Axe *AB* au point *I*, la ligne *GI* ſoit égale au demi-diamêtre *CE* : enſuite il faut prolonger cette ligne auſſi-bien que le diamêtre *DE*, de maniere que l'un & l'autre, venant ſe rencontrer, donnent le point *F*, duquel il faut tirer un nombre de lignes qui viendront couper l'Axe de la Colomne,

en autant de points differens *LL* &c. au-dessus & au-dessous du point *C*; sur chacune de ces lignes au de-là de l'Axe, il faut faire *LK* égal à *GI*, c'est-à-dire au demi-diamêtre *CE*, & alors on aura tous les points *K*, par lesquels doit passer la courbe qui sera le renflement & la diminution de la Colomne.

Ce que l'on vient d'enseigner, au sujet de la diminution & du renflement des Colomnes, sert pour tracer l'épure, c'est-à-dire le patron, à l'aide duquel on pourra creuser dans une planche la courbure dont il s'agit, afin qu'appliquant ensuite cette concavité sur le vif de la Colomne, on puisse, en la faisant tourner à l'entour de l'Axe, diminuer le Fust, & lui donner une figure qui s'accorde parfaitement avec ce que l'on aura tracé en premier lieu.

La difficulté d'avoir des pierres d'une assés belle grandeur, pour faire des Colonnes toutes d'une piéce, n'embarrassoit guére les Anciens; lorsqu'ils étoient contraints de les faire de plusieurs morceaux, ils les posoient avec tant de précaution les uns sur les autres, que les joints ne paroissoient point: pour cela, ils laissoient le parement brut, comme je l'ai dit ailleurs, mais ils étoient très attentifs à tailler les pierres justes sur leurs lits, afin qu'elles se rencontrassent parfaitement; se gardant bien de se servir de Cales pour les dresser & les ficher comme nous faisons aujourd'hui; & lors qu'elles étoient toutes posées, ils les polissoient & donnoient à leur face la figure qu'elles devoient former, poussant les moulures les plus délicates sur le Tas, parce qu'autrement elles n'auroient pû se rencontrer justes, si elles avoient été taillées chacune à part.

Il y a aparence que les Anciens n'ont jamais employé d'autres Colomnes que la Circulaire, puisque toutes celles qui nous restent ont cette figure; & je croi qu'il n'y a que le mauvais goût de quelques Architectes modernes, qui en ait pû imaginer d'Ovales, de Triangulaires, & à Pans. Un défaut insuportable des Colomnes Ovales, c'est que, si elles font face par le côté du plus grand diamêtre, & qu'on veuille se servir de ce diamêtre comme de modules, elles deviennent d'une hauteur extravagante lorsqu'on les regarde du côté le plus étroit, parceque le petit diamêtre n'a plus de proportion avec la hauteur de la Colomne le contraire arrive, si l'on veut prendre le petit diamêtre: pour module, car quand on vient à les regarder du côté du grand, elles sont trop basses & trop écrasées. Je ne dis rien des Colomnes Triangulaires, étant si défectueuses, qu'elles ne meritent pas qu'on s'y arrête: à l'égard de celles qui sont à Pans, je les trouve plus suportables; mais, après tout, quelle necessité de vouloir donner aux Colomnes des figures extraordinaires?

Est

Eſt-il poſſible, que les hommes ayent tant de peine à ſe conformer aux Regles de la Nature, & qu'ils ne feront jamais convaincus que ce n'eſt qu'en l'imitant qu'on peut réuſſir!

Les Colomnes Torſes paroiſſent auſſi peu aprouvées des habiles gens; car, les Colomnes étant faites pour ſoutenir un fardeau, la raiſon veut qu'on leur donne toute la force qu'elles peuvent avoir: ainſi, c'eſt un défaut de les affoiblir par des retours qui les éloignent de la perpendiculaire. Cependant, leur beauté a fait qu'on n'a point eu égard à cette conſideration, puiſqu'on les employe aujourd'hui comme un des plus beaux ornemens qu'il y ait dans l'Architecture, non pas à la verité à des endroits qui demandent de la ſolidité, mais dans des lieux de diſtinction, comme aux Autels, aux Tombeaux, aux Salons, &c. Au reſte, comme les occaſions de s'en ſervir ſemblent n'avoir pas grand raport avec un Traité comme celui-ci, je ne m'arrêterai point à montrer comme on s'y prend pour les tracer, parce que d'ailleurs il n'y a point de Livre d'Architecture où elle ne ſe trouve.

Il y a auſſi des Colomnes ſimboliques, & qui repreſentent des Figures humaines: leur origine vient des Grecs, qui, voulant conſerver la memoire de leurs victoires, donnoient ſouvent, aux Colomnes de leurs édifices publics, la Figure & la Reſſemblance de leurs ennemis. Les femmes des *Carieus* ayant été reduites en ſervitude, & les *Perſes* vaincus par les Lacedemoniens à la Bataille de *Platée*, furent les premiers ſujets de ces Colomnes; de-là ſont dérivez les noms des *Cariatides* & des *Perſiques*, qu'on a donnez depuis aux Colomnes qui ont été faites ſous des Figures humaines: cependant, on ne donne plus aux Cariatides des repreſentations d'eſclavage & de ſervitude comme autrefois; ces caracteres étant trop injurieux au beau ſexe, on leur en donne de tout oppoſées, ne les employant plus que ſous les ſimboles de Prudence, de Sageſſe, de Juſtice, de Temperance, &c. Quand elles ſont izolées, elles ne doivent porter tout au plus que quelque Balcon, Tribune, ou Couronnement leger; mais, lorſqu'elles joignent un mur, il eſt à propos de les mettre ſous une Conſole qui paroiſſe porter tout le poids de l'Entablement.

Les Colomnes Perſiques ſont le plus ſouvent repreſentées ſous des Figures d'hommes nerveux & barbus; elles conviennent beaucoup mieux que celles des femmes, pour repreſenter l'eſclavage: on en fait auſſi des ſimboles de Vertu, de Force, de Valeur, & même des Divinitez de la Fable, comme quand on leur donne des Figures d'Hercule, de Mars, de Mercure, ou de Faune & de Satire.

Il y a encore d'autres Colomnes Simboliques de Figures humaines, dont la moitié du corps paroit ſortir d'une gaine: ces Colomnes ſont nommées *Thermes*, & ne doivent jamais entrer en parallele avec d'autres Colomnes, non plus que les Cariatides; cependant, elles ont cet avantage qu'on leur donne telle élegance que l'on veut, en allongeant leurs gaines pour les faire monter à une hauteur convenable à l'Entablement qui eſt au-deſſus.

Comme les Figures contribuent extrémement à enrichir la Décoration, & qu'il faut beaucoup d'Art pour qu'elles accompagnent les Ordres agreablement, voici quelques Obſervations de Mr. *de la Hire*, tirées du Traité d'Architecture qu'il a dicté autrefois dans ſon Ecole du Louvre.

Je ſupoſe ici que l'Ordre eſt Ionique & qu'il tient le milieu entre les autres, afin de faire une comparaiſon plus juſte, & qui convienne mieux entre les Figures & les Colomnes; je ſupoſe auſſi que la Colomne a 18 modules ou 9 diamêtres de hauteur.

Je prens d'abord une Colomne d'une moyenne groſſeur, dont la hauteur eſt de 18 pieds & le diamêtre de 2 pieds, & je trouve par experience qu'une Figure qui a 6 pieds de hauteur peut fort bien l'accompagner: cette Figure ſera donc le tiers de la hauteur de la Colomne.

Si la Colomne a 27 pieds de hauteur ou 3 pieds de diamêtre, l'on peut donner à la Figure 7 pieds & demi: ſi elle a 36 pieds de hauteur & 4 pieds de diamêtre, la Figure peut avoir environ 9 pieds: ſi elle a 45 pieds de hauteur & 5 de diamêtre, la Figure peut en avoir 10 & demi; enfin, ſi la Colomne a 54 pieds de hauteur & 6 pieds de diamêtre, on peut donner à la Figure 12 pieds de hauteur.

Dans ces proportions la Figure eſt augmentée depuis 6 pieds, à raiſon d'un pied par toiſe d'augmentation à la hauteur de la Colomne; mais, ſi la Colomne n'a que 12 pieds de hauteur & un pied & demi de diamêtre, une Figure de 5 pieds peut fort bien y convenir. Si elle n'avoit que 9 pieds de hauteur, on y pourra mettre une Figure de 4 pieds & demi: ce qui montre auſſi que la même regle pourra ſervir pour les Colomnes plus petites que 18 pieds, en diminuant la hauteur des Figures au-deſſous de la moyenne qui eſt de 6 pieds, à raiſon d'un pied par toiſe de diminution de hauteur à la Colomne, & ſemblablement dans une même raiſon pour les hauteurs qui ſont entre deux.

Pour ce qui eſt de la proportion que doivent avoir entr'elles des Figures poſées en differente hauteur, il n'eſt pas poſſible d'en donner

ner de mesures certaines à cause qu'on juge la Figure plus ou moins éloignée de l'œil suivant les accompagnemens. On doit aussi remarquer que les Figures, qu'on met sur les Colomnes, doivent être un peu plus grandes que celles qui sont posées contre les Bâtimens, ou dans une Niche; & moins grosses & moins garnies de Draperie que celles qui sont izolées, & qui n'ont point d'autres fond que le Ciel.

CHAPITRE NEUVIE'ME.

De la Proportion des Pilastres & des Frontons.

LES Pilastres sont des Colomnes quarrées de plusieurs especes, dont les differences se prennent de la maniere qu'elles sont appliquées au mur: il y en a d'entierement izolées, d'autres attachées aux encoignures des Edifices & qui n'ont que deux faces, d'autres qui étant enfoncées en partie dans le mur ne presentent que la face de devant, & ce sont les plus en usage aujourd'hui.

Les Pilastres quarrés & izolés s'employent aux extrêmités des Portiques, pour donner plus de fermeté aux encoignures: les autres, qui sont engagés dans le mur, servent à décorer les Edifices avec beaucoup de grace; mais, pour qu'ils puissent réüssir, il y a plusieurs choses à observer à l'égard de leurs saillies, de leur diminution, de la maniere que l'Entablement doit poser dessus, & de la façon qu'ils doivent être canelés.

La saillie des Pilastres, qui n'ont qu'une face hors du mur, doit être de toute la moitié, ou ne sortir au plus que de la sixiéme partie lorsqu'il n'y a aucune raison qui oblige de lui en donner davantage: par exemple, quand les Pilastres doivent recevoir des impostes qui viennent profiler contre leurs côtés, il faut alors leur donner pour saillie le quart du diamêtre, c'est-à-dire le quart de la face qui tient lieu ici de diamêtre; & cette proportion a cela de commode, qu'elle n'oblige point à tronquer irrégulierement les Chapiteaux Corinthien & Composite, car il se rencontre que la feüille d'en bas est coupée justement par la moitié, & qu'à l'Ordre Corinthien la Tigette est coupée de même: par cette raison, lorsqu'on employe des demi Pilastres aux angles rentrans, il faut leur donner un peu plus de la moitié de leur diamêtre.

On ne diminuë point ordinairement les Pilastres lorsqu'ils n'ont qu'u-

qu'une face hors du mur; mais quand il s'en trouve sur un même allignement avec des Colomnes, & qu'on veut faire passer l'Entablement sur les uns & sur les autres, il faut alors donner aux Pilastres la même diminution qu'aux Colomnes: cela s'entend de la face de devant, car pour les côtés doivent rester aussi larges en haut qu'en bas; mais, quand le Pilastre a deux faces hors du mur, comme cela arrive aux encoignures, & qu'il y en a une qui regarde une Colomne, cette face doit être diminuée de même que la Colomne.

Les canelures, qui se font quelquefois aux Pilastres, doivent toûjours être en nombre impair, afin qu'il s'en trouve une dans le milieu; mais, s'il s'agit des demi Pilastres qui se rencontrent aux angles rentrans, on ajoûte une canelure afin que le nombre en soit pair, & alors on en donne la moitié d'un côté & la moitié de l'autre; c'est-à-dire que si dans un Pilastre entier on en mettoit 7, il en faudroit 4 à chaque demi Pilastre.

Les proportions des Bases des Chapiteaux & de l'Entablement pour les Pilastres sont les mêmes que celles des Colomnes de l'Ordre selon lequel on veut faire la Décoration: ainsi, je ne sache point qu'il y ait aucunes regles particulieres à donner qui soient differentes de celles que nous avons enseignées pour la composition des ordonnances en general.

Quand les Pilastres sont engagés dans le mur, il faut prendre garde qu'ils saillent assés en dehors pour recevoir les Corniches des Portes, des Fenêtres, & des autres ouvertures qui seront entre-deux, les saillies des Corniches faisant un bon effet, lorsqu'étant continuées elles viennent mourir justement dans les flancs des Pilastres. C'est pourquoi Scamozzy veut que les Pilastres ne sortent au plus hors du mur que d'un quart de leur largeur: car, par ce moyen, dit-il, ils pourront recevoir dans leurs côtés toutes les saillies des ornemens des Portes & Fenêtres, qui ne doivent jamais exceder les Pilastres; quoiqu'il y ait des exemples antiques & modernes, où l'on remarque que ces saillies s'avançent, non-seulement au-delà des Pilastres, mais même des Colomnes qu'elles embrassent en passant, ce qui fait un très-mauvais effet. Mais, s'il arrivoit qu'on fût obligé de donner aux Corniches des Portes ou des Fenêtres des saillies plus grandes que ne sont les flancs des Pilastres, il vaudroit en ce cas beaucoup mieux couper ces Corniches au droit des Tableaux des Portes ou Fenêtres, & les continuer en Platte-Bande seulement couronnées de quelques Cymaises ou autres moulures, qui toutes ensemble eussent autant de saillie que le flanc du Pilastre, que de les faire avancer avec toute leur portée.

Lorf-

Lorſque les Pilaſtres engagés dans le mur n'ont pas trop de ſaillie, l'on peut faire regner les Architraves ſans interruption, & les laiſſer déborder en dehors du mur qui eſt entre les Pilaſtres, d'autant qu'ils ont de ſaillie: mais, quand ils en ont par trop, il faut retirer les Architraves en dedans; & en ce cas, ou l'on rompt les Entablemens en les faiſant reſſaillir ſur les Pilaſtres, ou bien l'on ſe contente de donner ces reſſauts à l'Architrave ſeul, ou quelquefois même à l'Architrave & la Friſe, laiſſant paſſer le reſte de l'Entablement depuis un Pilaſtre juſqu'à l'autre ſans interruption.

L'on peut faire le même raiſonnement ſur les Pilaſtres qui ſe mettent aux encoignures des murs: car, s'ils font face des deux côtés, il faut que les Architraves & les autres parties des Entablemens courent dans les retours ſur les murs des flancs, de la même maniere qu'ils auront été mis ſur celui de la façade; c'eſt-à-dire, ſans reſſauts ou avec reſſauts, ſi ce n'eſt qu'ayant donné aux Pilaſtres beaucoup de ſaillie ſur les faces de devant, qui ayent obligé à faire des reſſauts dans l'Entablement, on ne la retranche ſur les flancs, & par ce moyen on peut faire courir l'Architrave & le reſte de l'Entablement ſans interruption.

Si le Pilaſtre angulaire ſe termine ſur l'allignement du mur de côté, ſans y faire face, & ſans avoir aucune ſaillie au dehors de cette part, il faut en ce cas que l'Entablement qui eſt ſur le devant vienne mourir dans le retour du coin du flanc du Pilaſtre, ſans le faire paſſer ſur le mur de côté; ou ſi l'on veut que le flanc ſoit couvert de l'Entablement, il faut que le coin du retour de l'Architrave ſoit au dehors du vif du Pilaſtre.

Quelquefois, quand le dernier Pilaſtre de la façade ne ſe trouve point ſur le coin du retour, & laiſſe une Alete dans l'encoignure, & qu'il y ait un autre Pilaſtre à pareille diſtance dans le mur du flanc, il faut faire tourner l'Entablement de l'un à l'autre avec des reſſauts ſur le coin. S'il s'en rencontre dans la façade, ou bien s'il n'y en a point, on le fera paſſer droit ſur les côtés ſans reſſauts; & s'il n'y avoit point de Pilaſtres ſur le côté, il faudroit continuer l'Entablement de devant avec des reſſauts ou ſans reſſauts ſuivant l'ordonnance de la façade juſques ſur le coin du mur, d'où il doit retourner tout droit ſur les flancs, en laiſſant ſeulement à l'Architrave autant de ſaillie qu'il lui en faut pour le dégager du mur.

Toutes ces pratiques ſont bonnes, & il y en a de beaux exemples dans les Ouvrages les plus aprouvés; mais, dans tout ceci, il faut remarquer que l'on ſupoſe que les Pilaſtres ſont ſeuls, & n'accompagnent point de Colomnes.

Les Frontons augmentent auſſi beaucoup la beauté des façades lorſqu'ils ſont mis à propos; mais, pour qu'ils ayent plus de grace, il faut que le corps qui en eſt couronné faſſe quelque ſaillie, afin de ſe diſtinguer & maîtriſer les autres parties continuées de l'Edifice.

PLANCH. 48. Selon Scamozzy, pour avoir la plus belle proportion des Frontons, il faut diviſer la Corniche *AB* qui lui ſert de Baſe en neuf parties égales, & en donner deux à la perpendiculaire *EC*, pour déterminer la hauteur qu'il doit avoir depuis l'Entablement juſqu'au ſommet; cette proportion étant plus agréable à la vûë, que de lui donner pour hauteur la cinquiéme partie de la Baſe comme font quelques Architectes, & plus commode pour faciliter l'écoulement des eaux. On peut auſſi tracer un cercle dont la Baſe *AB* ſervira de diamêtre que l'on diviſera en deux également, par la perpendiculaire *DF* & du point *D* comme centre, & de l'intervale *DA*, on décrira l'arc *ACB* qui venant couper la perpendiculaire au point *C*, on n'aura qu'à tracer l'angle *ACB*, qui donnera celui qui doit former le Fronton. L'on remarquera que cet angle eſt égal à celui de la circonference d'un Octogonne, puiſque le point *D*, étant le centre de l'arc que l'on a décrit, les deux rayons *DA* & *DB*, forment un angle droit.

Il ſe fait auſſi des Frontons en portion de cercle qui ont la même hauteur que les Triangulaires, puiſque l'Arc *AGHB*, qui en détermine la figure, doit avoir pour centre le point *D*, dont nous nous ſommes ſervi pour le précédent: on peut donc dire, que les Frontons ronds ſont compoſés d'un ſecment de cercle qui comprend le quart de la circonference.

Quand on a un rang de Fenêtres ſur un même alignement, & qu'on veut les couronner par des Frontons, il faut pour les varier les faire alternativement ronds & triangulaires; enſorte qu'ils répondent avec ſimétrie à droit & à gauche du milieu de la façade, ainſi qu'on l'a pratiqué à la Gallerie du Louvre & aux Thuileries. Cependant, quoique ce Bâtiment ſoit des plus magnifiques, & qu'on pourroit le citer pour exemple en bien des choſes, je ne ſaurois m'empêcher de dire qu'il eſt ridicule de voir qu'on ait affecté d'y mettre une ſi grande quantité de Frontons: les choſes qui réüſſiſſent le mieux ont beſoin d'être menagées; autrement, quand elles ſont trop repetées, elles apportent plus de confuſion que d'agrément.

Soit qu'on faſſe les Frontons triangulaires ou circulaires, la Corniche qui couronne le timpan doit toûjours être ſemblable à celle de l'Entablement: il faut ſeulement remarquer, que la partie de la Corniche qui ſert de Baſe au Fronton doit être ſans Cymaiſe, par-

cc

ce que la Cymaiſe du reſte de la Corniche, venant à rencontrer le Fronton, paſſe par-deſſus, comme on le peut voir dans les Figures *X* & *Y* de la Planche 48. dont il y en a une qui marque plus en grand que l'autre de quelle maniere la Corniche du Fronton doit ſe rencontrer avec celle de l'Entablement.

Quand il y a des modillons à la Corniche de l'Entablement, on en met auſſi à celle du Fronton; & ces derniers doivent ſe rencontrer à plomb avec ceux de l'Entablement. Vitruve dit que les Anciens n'aprouvoient pas les Modillons dans la Corniche d'un Fronton, parce que ſelon eux ces Modillons n'ayant été imaginés que pour repreſenter des extrêmités de chevrons, c'étoit mal-à-propos qu'on en vouloit exprimer dans les pentes d'un Fronton où il ne s'en pouvoit rencontrer: mais les Modillons étant plûtôt des ornemens pour ſoulager la grande ſaillie du Larmier, que pour repreſenter des chevrons ou autres pieces de Charpente, on ne doit point avoir égard à ces prétenduës raiſons; d'autant plus que ces ornemens font un très-bon effet, ſur-tout quand on les employe dans de grands Frontons.

Il eſt à remarquer, que le nud du Fronton, c'eſt-à-dire ſon Timpan doit toûjours répondre à plomb ſur la Friſe de l'Entablement qui eſt au-deſſous; cependant, il eſt aſſés ordinaire d'y faire des ornemens de ſculpture qui repreſentent le caractere de l'Edifice: on y met quelquefois les Armes du Roy ou des Trophées, quand il s'agit de quelque Bâtiment Militaire, comme on l'a pû voir ſur pluſieurs Planches du quatriéme Livre.

Un Fronton pointu peut couronner juſquà trois Arcades ou trois grandes Croiſées qui ſeroient dans le milieu de la façade d'un Bâtiment; mais le rond ne peut couronner qu'une Arcade agréablement: & quand on en voudra mettre deux l'un ſur l'autre, il eſt bon que l'un ſoit ceintré & l'autre pointu, & que ce dernier termine la façade en forme de Pignon. Il y a des Architectes, qui ont mis fort mal-à-propos deux Frontons l'un dans l'autre, comme on en voit au vieux Louvre; mais, en verité, de pareilles licences méritent d'être ſifflées, & choqueront toûjours les perſonnes de bon goût.

Vitruve voudroit que toutes les parties qui ſont au-deſſus des Colomnes & des Pilaſtres, c'eſt-à-dire qui ſont élevés au-deſſus de la vûe, comme les faces de l'Architrave, la Friſe, le Timpan du Fronton, les Acroteres, auſſi-bien que leurs Figures ou Statuës, fuſſent inclinés en devant de la 12^e partie de leur hauteur; mais, n'ayant pas d'autre raiſon pour cela, que d'expoſer ces parties plus à la vûe de ceux qui les regardent de bas en haut, je ne croi pas qu'on doive

ized by Google

suivre son sentiment, qui n'est appuyé que d'une opinion particuliere qui préjudicieroit considerablement à la régle generale, qui veut que toutes les parties d'un Bâtiment & d'une belle Architecture soient bien à plomb, parce qu'autrement elles feroient un très-méchant effet étant regardées de côté d'où elles paroîtroient comme prêtes à tomber en devant. Cependant, les Sculpteurs observent cette maxime de Vitruve fort judicieusement à l'égard de leurs Statues, lorsqu'elles doivent être élevées assés haut, & qu'elles ne peuvent être vûes que par-devant & de bas en haut.

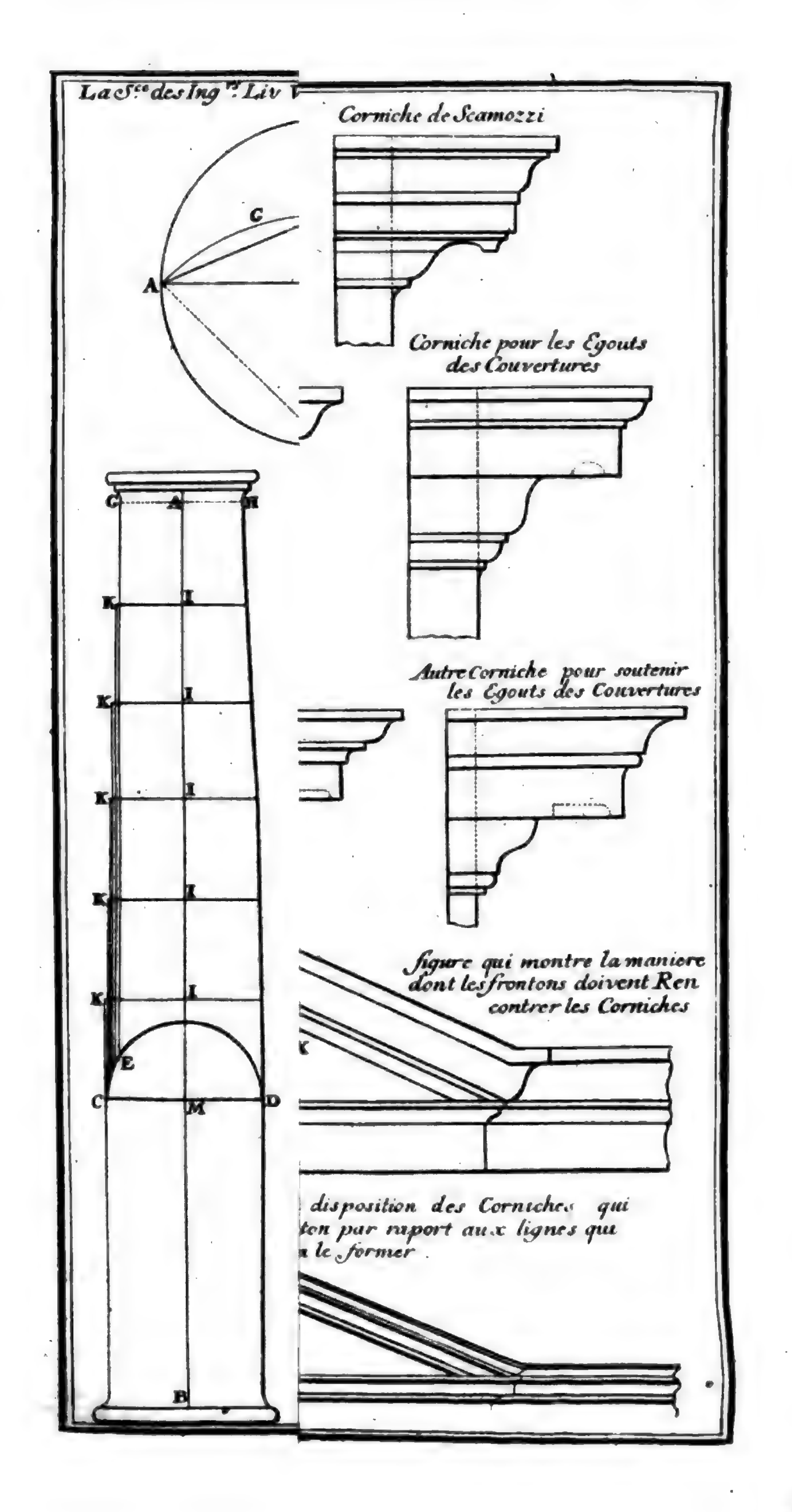
Je ne dis rien des Frontons coupés pour faire place à des Tableaux ou à des Cartouches, de ceux qui sont brisés sur le haut & repliés en dedans, des autres roulés en Volute, ni de ceux qui sont renversés la pointe en bas, n'y ayant rien de plus disgracieux & de plus contraire à leur usage, qui est de couvrir entierement ce qui se trouve au-dessous.

Il me reste à parler des *Acroteres*, qui sont des petits Piédestaux que l'on met sur le coin & au sommet des Frontons, afin d'y poser des Figures, comme on le peut voir sur la 51e Planche. Scamozzy, après avoir examiné la regle de Vitruve sur ce sujet, & y avoir trouvé plusieurs deffauts, en prescrit une que Mr. Blondel approuve fort, qui est de faire la hauteur du Dé des Acroteres des coins, égale à la saillie de la Corniche de l'Entablement, observant que celui du milieu, c'est-à-dire qui est posé au sommet du Fronton, soit un peu plus élevé que les précedens.

PLANCH. 51.

La largeur du Dé des Acroteres, suivant le même Architecte, doit être égale à celle du haut des Colomnes ausquelles ils doivent répondre: mais, ceci ne peut avoir lieu que quand l'on ne met qu'une Statue à chaque coin; car, si l'on avoit dessein d'y placer un Groupe de Figures, il faudroit alors continuer la largeur des Acroteres, & la faire mourir sur les côtés du Fronton.

On ne fait point ordinairement de Base à ces sortes de Piédestaux, parce qu'elle ne feroit point vûe, à cause de la saillie de la Corniche de l'Entablement; ainsi, après avoir fait la hauteur du Dé égale à la saillie de la Corniche de l'Entablement, comme nous le venons de dire, il faut le couronner par une petite Corniche qui soit proportionnée à la hauteur du même Dé, observant de ne lui donner que peu de moulures, afin qu'on puisse les distinguer de loin.


La S.ce des Ing.rs Liv V
Corniche de Scamozzi
C
A
Corniche pour les Egouts des Couvertures
G
A
H
K
I
Autre Corniche pour soutenir les Egouts des Couvertures
figure qui montre la maniere dont les frontons doivent Rencontrer les Corniches
E
C
M
D
disposition des Corniches qui
ton par raport aux lignes qui
n le former
B

CHAPITRE DIXIE'ME.

Des Periſtiles ou Colonnates, des Arcades, & des Niches.

L'ON n'a rien imaginé juſqu'ici de plus grand & de plus ſuperbe pour orner les Bâtimens conſiderables, que les Periſtiles ou Portiques. Les Anciens s'en ſervoient aux Temples, aux Baſiliques, aux Places, & aux Marchez publics: nous avons en France des morceaux dans ce genre qui feront à jamais l'admiration des connoiſſeurs, entr'autres le Periſtile du Louvre à Paris, qui eſt aſſurement l'ouvrage le plus achevé & le plus parfait qu'il y ait. C'eſt encore ici, comme en tant d'autres choſes, que les Architectes anciens & modernes ſont fort partagés, pour déterminer les Entre-Colomnes dans tous les Ordres; car, il eſt aſſés difficile de ſavoir à qui donner la préférence: ce ſujet eſt pourtant eſſentiel pour la beauté & la ſolidité des Edifices, puiſqu'à le bien prendre c'en eſt-là le point critique.

Quand les Colomnes ſont izolées & qu'elles compoſent des Colonnates, Vignole, pour en regler l'intervale dans l'Ordre Toſcan, donne 4 modules deux tiers du Fuſt de l'une au Fuſt de l'autre, dans l'Ordre Dorique 5 & demi, dans l'Ionique 4 & demi, & dans le Corinthien & le Compoſite 4 modules deux tiers comme au Toſcan; ce qui eſt aſſés extraordinaire, d'avoir laiſſé des intervales égaux aux Ordres les plus éloignés l'un de l'autre, comme ſont le Toſcan & le Corinthien, auſſi-bien que d'avoir fait les Entre-Colomnes Doriques plus grands que les Toſcans, contre le Sentiment de Vitruve, qui veut que les Entre-Colomnes des Ordres maſſifs ſoient plus grands que ceux des plus legers.

La Regle de Scamozzy eſt differente; il donne 6 modules aux Entre-Colomnes Toſcanes, 5 & demi aux Doriques, 5 aux Ioniques, 4 & demi aux Compoſites, & 4 aux Corinthiens: ainſi, il prend trois nombres proportionnels Arithmetiques entre 6 & 4, qu'il regarde comme les termes extrêmes de ces Entre-Colomnes. Et pour ne point tomber dans la faute qu'il reproche aux autres Architectes, qui font tous leurs Entre-Colomnes égaux, il donne plus de largeur à celui du milieu des façades, qu'aux autres qui ſont à droit & à gauche: par exemple, ſelon lui, il faut que l'Entre-Colomne du milieu pour l'Ordre Dorique ſoit plus grand que les autres d'un

d'un Trigliphe & d'un Metope; & à l'Ionique, au Composite, & aû Corinthien, plus grands d'un *Mutule*.

Les Regles précédentes ne sont point si générales, qu'on ne puisse quelquefois s'en écarter, parce que l'Entablement des Ordres oblige à certaines sujetions, ausquelles il faut avoir égard absolument pour regler les Entre-Colomnes: il n'y a que l'Ordre Toscan qui peut s'executer sans aucune difficulté, parce qu'on n'est pas gêné par les Trigliphes, les Denticules, ni les Modillons; car il suffit pour cet Ordre, que l'Entablement soit solidement établi, & n'aye pas trop de portée.

Il n'en est pas de même pour le Dorique, étant le plus difficile de tous à mettre en œuvre, parce que la distance de ces Colomnes est déterminée par les espaces des Trigliphes & des Metopes; car entre deux Colomnes il ne peut y avoir que depuis un Trigliphe jusqu'à 5, prenant garde qu'on ne compte que ceux qui portent sur le vuide, & non pas ceux qui sont à plomb sur les Colomnes. Plusieurs n'ont pas voulu se contraindre à la précision que cet Ordre demande, & ne se sont point embarrassés de s'assujetir à faire les Metopes quarrés; mais, comme c'est justement de-là que dépend la beauté de cet Ordre, ceux qui n'ont pas suivi la maxime des Anciens n'ont pas été aprouvés: d'autres, pour n'être contraints en rien, ont executé l'Ordre Dorique sans Trigliphes ni Metopes, n'ayant mis nulle distribution dans la Frise, mais alors c'est le priver de ce qu'il a de plus beau pour en faire un autre auquel on ne sait quel nom donner.

A l'égard des trois autres Ordres, la sujetion n'en est pas si grande pour regler les Entre-Colomnes, ne s'agissant que d'avoir égard à la distribution des Modillons & des Denticules, mais principalement des Modillons, parce qu'on doit observer pour regle constante, qu'il doit toûjours y en avoir un qui réponde au milieu de chaque Colomne; & c'est au jugement de l'Architecte, de proportionner si bien la grandeur, la saillie, & l'espace des autres, que le tout puisse cadrer de maniere, qu'il ne paroisse pas qu'on ait été gêné en rien.

Outre les cinq especes d'Entre-Colomnes dont nous venons de parler, les Modernes en ont inventé une sixiéme, que l'on nomme *Colomnes Couplées*; parce qu'elles sont deux à deux fort près l'une de l'autre; par exemple, s'il y a plusieurs Colomnes de suite disposées selon les regles précédentes, on accouple la 2e avec la premiere, la 4e avec la 3e, la 6e avec la 5e: c'est ainsi qu'on a fait le Peristile du Louvre dont j'ai parlé; &, quoi qu'il y ait peu d'exemples

ples antiques où cela ait été pratiqué, on a trouvé que les Colonnates dans ce goût-la réüssissoient si bien, qu'il n'y a presque point de Bâtiment considerable où il n'y en ait.

Les Colomnes couplées n'ont ordinairement qu'un Piédestal commun, parce que devant être autant près l'une de l'autre qu'il est possible, si l'on vouloit que leurs Piédestaux fussent separés, les Corniches & les Bases de ces Piédestaux se trouveroient confondus ensemble, ce qui feroit un méchant effet. Cependant, si les deux Colomnes pouvoient être assés éloignées l'une de l'autre pour ne pas mêler les Corniches & les Bases des Piédestaux, elles pourroient avoir chacune le leur, ce qui est quelquefois necessaire comme quand deux Colomnes sont élevées sur deux autres, parce qu'alors il est à propos de rendre les Piédestaux legers.

Quand il y a plusieurs Colomnes de file à une égale distance, ou même quand elles sont couplées, on leur donne encore un espece de Piédestal commun qui regne sur toute la longueur du Peristile & n'est qu'à hauteur d'apui: & l'intervale qu'il y a d'une Colomne à l'autre se remplit par une balustrade qui lie ensemble toutes les parties qui servent de soubassement.

La régle la plus génerale que l'on suit aux Arcades des Portiques est de leur donner pour hauteur deux fois leur largeur, & c'est ce que Vignole fait aux Arcades de l'Ordre Toscan, Dorique, & Ionique; mais pour le Corinthien & le Composite, il leur donne pour hauteur un module de plus que le double de leur largeur; cependant comme les Colomnes qui accompagnent ces Arcades apportent quelque changement à leur largeur, parce qu'elle se fait plus grande quand il y a des Piédestaux aux Colomnes que quand il n'y en a point, voici encore ce que Vignole prescrit pour ces deux cas.

Dans l'Ordre Toscan, quand il n'y a point de Piédestaux aux Colomnes, il faut donner 6 modules & demi de largeur aux Arcades & 3 à leurs Jambages; mais, quand les Colomnes ont des Piédestaux, la largeur des Arcades se fait de 3 modules 3 quarts, & celle des Jambages de quatre.

Dans le Dorique sans Piédestaux, il faut donner 7 modules de largeur aux Arcades & 3 à leurs Jambages; & quand il y a des Piédestaux, la largeur des Arcades se fait de 10 modules & celles des Jambages de cinq.

Dans l'Ionique sans Piédestaux, la largeur des Arcades doit être de 8 modules & demi, & celle des Jambages de 3; & quand il y a des Piédestaux, il faut 11 modules de largeur aux Arcades & 3 aux Jambages.

Enfin aux Ordres Corinthien & Cempofite fans Piédeftaux, il faut donner 9 modules à la largeur des Arcades & 3 à celle des Jambages; & quand il y a des Piédeftaux, la largeur des Arcades fe fait de 12 modules, & celle des Jambages de trois.

Quand les Colomnes font engagées dans les Jambages, Vignole veut dans tous les Ordres que la partie engagée ne foit que les 3 quarts du demi-diamètre. Scamozzy ne fuit pas tout-à-fait cette régle, voulant que la Colomne forte au jufte des 3 quarts de fon diamêtre.

Comme il arrive fouvent qu'on fait des Arcades fans Colomne ni Pilaftre, il eft bon d'obferver qu'il faut autant qu'il eft poffible donner à leurs Jambages les mêmes proportions que s'il y en avoit, & de ne jamais faire les Jambages plus larges que la moitié de l'Arcade, ni plus étroit que le tiers, & que les Bayes foient toûjours plus grandes aux ordres maffifs qu'aux plus délicats.

Pour empêcher que la ligne courbe de l'Arcade, en venant joindre la ligne à plomb de l'Alette, ne paroiffe faire un jarret ou coude, on termine les piédroits par une impofte, qui n'eft autre chofe qu'une petite Corniche dont la faillie ne doit point exceder les Pilaftres quand il y en a aux Jambages, ni la rondeur ou le plus gros des Colomnes; & c'eft ce que Vignole a parfaitement bien obfervé dans les deffeins des impoftes qu'il a donnez pour tous les Ordres, n'ayant pas fuivi la plûpart des Bâtimens antiques, où elles ont une fi grande faillie, qu'elles femblent être plûtôt des Corniches d'Entablement, que des Couffinets pour recevoir la retombée des Arcades avec leurs Bandeaux ou Archivoltes.

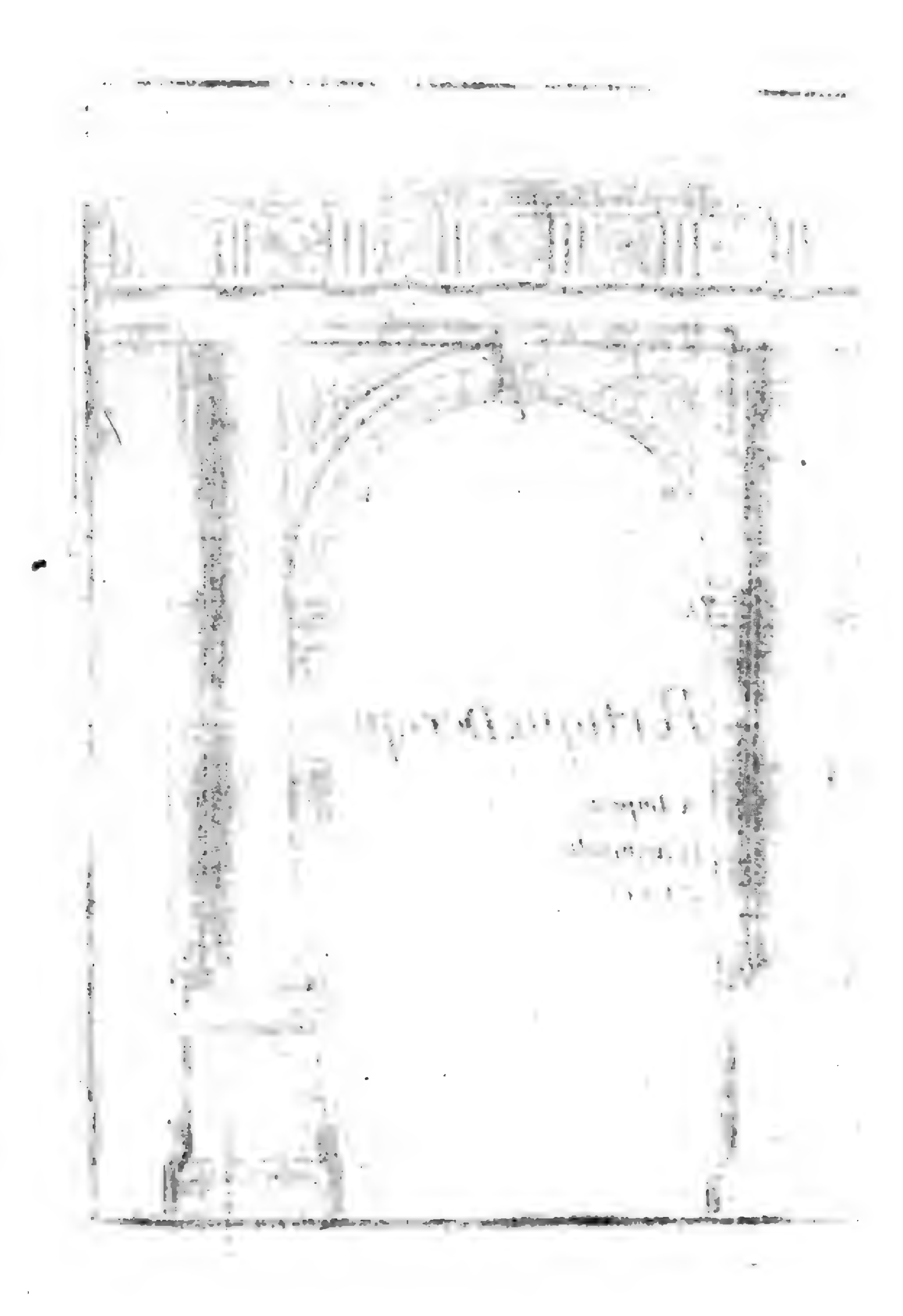
Selon Scamozzy, les impoftes des grandes Arcades, dont les Colomnes ne portent que fur des Socles fans Piédeftaux, doivent avoir de hauteur une treiziéme partie & demi de celle des Jambages: il ajoûte que les Bandeaux de l'Arc, ou Archivolte, ne doivent jamais avoir pour l'Ordre Tofcan plus de largeur que la neuvième partie de celle de l'Arcade, & la dixiéme pour le Corinthien, ainfi entre ces deux proportions pour les autres Ordres. A l'égard du Boffage de la clef qui excede le Bandeau de l'Arc, fuivant le même Architecte, il le faut faire au moins de 2 tiers de modules, ou au plus d'un module, obfervant de lui donner moins de hauteur aux Ordres fimples, & de l'augmenter à proportion aux Ordres délicats. Ces Boffâges peuvent recevoir des ornemens conformes à l'ufage du Bâtiment, comme des Confoles, des Têtes d'Animaux, des Mafques, des Cafques, &c.

Pour donner quelque exemple de tout ce que nous venons d'enfei-

fei-

Digitized by

Digitized by Google



Digitized by Google

feigner, on peut confiderer un Portique Dorique reprefenté fur la 50^e Planche, par lequel on pourra juger de ceux des autres Ordres: on verra de même fur la Plance 51 un autre Portique fuivant l'Ordre Ionique, tiré des Edifices antiques de Rome, raporté par Mr. de Chambray, qui en parle comme du plus noble & du plus magnifique morceau qu'on puiffe voir; il conviendra d'autant mieux ici, qu'on y verra l'affemblage de toutes les parties d'une ordonnance. PLANCH. 50 & 51.

A l'égard des moulures & des autres ornemens qu'on peut donner aux impoftes & aux Archivoltes des Arcades fuivant les Ordres, on en peut voir des modeles fur la Plance 42: par exemple, les Figures 2 & 3. pourront fervir pour les Arcades faites felon l'Ordre Tofcan, la 7^e pour le Dorique, la 8^e pour l'Ionique, la premiere pour le Corinthien & la 6^e pour le Compofite, les ayant deffinées d'après Vignole; pour ce qui eft des nombres qui en déterminent les proportions, ils expriment des parties de module, felon que le module eft divifé en 12 ou en 18 parties égales par raport à l'Ordre dont il s'agit. PLANCH. 42.

Pour dire auffi quelque chofe des Niches, que l'on creufe dans les murs pour y placer agréablement quelques Statues, l'on faura que leur plus belle proportion eft de leur donner pour hauteur 2 fois & demi leur largeur: ainfi, voulant faire une niche de 3 pieds de large, on donnera 6 pieds depuis le bas jufqu'à la naiffance du demi-cercle du cul-de-four qui termine le haut de la niche; & comme la hauteur de ce demi-cercle fe trouvera d'un pied & demi, celle de toute la niche fera de 7 pieds & demi, c'eft-à-dire de 2 fois & demi fa largeur: pour ce qui eft de l'enfoncement de la Niche, il fe fait prefque toûjours d'un demi-cercle, dont le diamêtre eft égal à celui de la largeur de la Niche même.

Souvent les Niches ont une impofte & une Archivolte: la largeur de l'Archivolte fe fait de la 6^e. ou 7^e. partie de l'ouverture de la Niche, & celle de l'impofte de la 5^e. ou 6^e. partie de la même ouverture; l'une & l'autre doivent être compofées de moulures qui ayent raport à l'Architecture du lieu: mais, fi la Niche étoit placée au-deffous d'une impofte, entre deux Colomnes ou Pilaftres, alors elle ne doit point en avoir; parce que deux impoftes l'une au-deffus de l'autre font un méchant effet: il ne faut pas non plus mettre de Niches entre les Pilaftres, s'ils ne font éloignés l'un de l'autre de près d'un tiers de leur hauteur; autrement elles feroient trop petites & trop étroites: à l'égard de l'élevation des Niches, le bas doit répondre au niveau des Corniches des Piedeftaux des Pilaftres ou Colomnes qui les accompagnent.

Comme il doit regner une proportion entre la hauteur des Niches & celle des Figures qu'on veut y placer, on obſervera de poſer la Figure ſur un Socle, dont l'élevation ſoit égale à la moitié de la hauteur de la tête de la Figure, & que le menton de cette Figure réponde à peu-près au niveau de l'impoſte de la Niche: ainſi la Figure ayant 6 pieds, ſi on en ôte 9 pouces pour la hauteur de la tête qui en eſt ordinairement la 8e. partie, il reſtera 5 pieds 3 pouces pour la hauteur du Socle, on aura 5 pieds 8 pouces pour celle de la Niche juſqu'à l'impoſte, & 2 pieds 10 pouces pour ſa largeur, c'eſt pourquoi la hauteur ſous la clef ſera de 7 pieds un pouce. Si la Figure avoit 9 pieds, on trouvera par la même régle que la hauteur de la Niche ſous la clef ſera de 10 pieds 6 pouces. On peut donc de-là tirer une regle pour la proportion de la hauteur des Niches avec celle des Figures, qui eſt d'ajoûter à la hauteur de la Figure, autant de fois 2 pouces qu'elle a de pieds, ainſi pour une Figure de 5 pieds, la Niche doit être haute de 5 pieds 10 pouces.

CHAPITRE ONZIE'ME.

De l'Aſſemblage des Ordres, ou de pluſieurs Ordres mis les uns ſur les autres.

QUAND on veut décorer un Edifice de conſequence par pluſieurs Ordres d'Architecture differens, poſés les uns ſur les autres, on doit obſerver pour régle génerale que le fort porte foible, c'eſt-à-dire que l'Ordre ſuperieur ſoit toûjours plus délicat que l'inferieur: ainſi, il faut que le Toſcan ſoit ſous le Dorique, le Dorique ſous l'Ionique, l'Ionique ſous le Corinthien, & le Corinthien ſous le Compoſite; en ſorte que les Axes des Colomnes ſe rencontrent toûjours en même aplomb.

Lorſque les Colomnes ſont entierement iſolées, & qu'elles portent tout le poids de l'Entablement, la régle de Vitruve eſt que celles du ſecond Ordre ſoient toûjours un quart moindre en groſſeur que celles du premier, & celles du troiſiéme un quart moindre que celles du ſecond; parce que, dit-il, il eſt juſte que ce qui porte ſoit plus fort que ce qui doit être porté, & d'ailleurs pour imiter les Arbres dont la groſſeur diminue toûjours à meſure que la tige s'éloigne de la racine.

Ce

Ce qui nous est resté des Monumens antiques ne s'éloigne guére de cette régle, dit Mr. Blondel ; car les Colomnes du second Ordre du Portique de la Scene qui est au Théatre de Pole en Dalmatie sont les trois quarts de celles de dessous ; celles du troisiéme Ordre du Settizone de Severe étoient aussi les trois quarts de celles du second : mais celles du second Ordre étoient plus hautes à l'égard de celles du premier ; car celles-ci ne surpassoient les Colomnes du milieu que d'une 6e. partie, c'est-à-dire que la hauteur des Colomnes de dessous étoit à celles des Colomnes du milieu comme 6 à 5.

Scamozzy blâme cette régle de Vitruve, disant qu'elle n'est fondée sur aucune raison : il veut que les Colomnes de dessus prennent la mesure de leur grosseur sur celles de dessous, c'est-à-dire que la grosseur du pied de la Colomne superieure doit être la même que celle du haut de la Colomne inferieure, comme si les Colomnes des differens Ordres provenoient d'un grand Arbre coupé par piéces, dont les morceaux étant posés les uns sur les autres suivroient leur diminution naturelle.

Serlio donne aussi pour régle générale aux ordonnances que l'on doit mettre l'une sur l'autre, que la superieure soit toûjours les trois quarts de celle sur laquelle elle pose immédiatement, excepté aux Edifices qui ont un rustique nud pour premiere ordonnance, parce qu'il est à propos que celle qui est au-dessus lui soit égale ; car autrement les ordonnances plus hautes paroîtroient trop petites, & le rustique seroit trop élevé à proportion du reste : les Ordonnances de cet Auteur sont toutes avec Piédestal, ou toutes sans Piédestal, afin que les superieures étant divisées en même proportion que les inferieures, les Colomnes & les Entablemens de dessus se trouvent toûjours les trois quarts de l'étage de dessous.

Sans m'arrêter à raporter les differentes régles que les Architectes ont données pour la composition des ordonnances des Colomnes qui doivent être mises les unes sur les autres, nous nous en tiendrons à celle de Scamozzy qui me paroît bien entenduë : c'est pourquoi je dirai une fois pour tout, que lorsqu'on voudra mettre deux Ordres l'un sur l'autre, il faut, après avoir déterminé la diminution de la Colomne de l'Orde inferieur, se servir du demi-diamêtre du haut du Fust pour le module qui doit régler l'ordonnance superieure ; par exemple, voulant mettre le Corinthien sur l'Ionique, ayant vû dans le troisiéme Chapitre que la Colomne Ionique selon Vignole devoit diminuer par le haut de 3 parties de chaque côté, ensorte que le diamêtre du sommet du Fust soit réduit à un module 12 parties,

il faut faire une ligne égale à la moitié de cette quantité, c'est-à-dire qui vaille 15 parties, & s'en servir pour le module qui doit régler l'Ordre Corinthien, après toutesfois qu'on l'aura divisé en 18 parties égales, afin de se conformer aux mesures dont Vignole se sert pour cet Ordre: de même, voulant mettre un troisiéme Ordre sur les deux précédens, c'est-à-dire le Composite sur le Corinthien, l'on verra que la Colomne Corinthienne devant diminuer de façon que le demi-diamêtre qui est de 16 parties par le bas soit réduit à 15 par le haut, on se servira encore de ce demi-diamêtre réduit pour le module qui doit régler la troisiéme ordonnance.

La régle précédente ne doit pourtant pas être regardée comme si générale, qu'on ne puisse s'en écarter quelquefois: car il arrive assez souvent qu'on est obligé d'assujettir la hauteur des Colomnes à celle des étages, aussi-bien qu'à la difference de leurs Ordres; car tantôt il faut avoir égard à la proportion que la hauteur d'un façade doit avoir avec sa largeur, tantôt à la hauteur de l'Edifice même; car à ceux qui sont fort élevés, le grand éloignement de la vûë peut alterer considerablement les mesures ordinaires & les rendre differentes de celles dont on se serviroit dans les distances moins éloignées: & c'est sans doute pour cette raison, dit Mr. Blondel, que l'Architecte du Colisée a donné plus de hauteur au Pilastre du dernier Ordre, qu'aux Colomnes Corinthienes du troisiéme, & à celles-ci plus de hauteur qu'aux Colomnes Ioniques du second; car, après avoir disposé les deux premiers Ordres, de maniere que les Colomnes Doriques du dessous fussent plus hautes que les Ioniques dans le raport de 38 à 35. qu'il a pris comme celui qui répondoit assez juste à leur élevation, c'est-à-dire à la distance d'où elles devoient être vûës, il a fait celles du troisiéme Ordre plus hautes que celles du second, dans la raison de 37 à 35, & celles du dernier Ordre encore plus hautes que celles du troisiéme, dans la raison de 38 à 37, parce qu'il a crû que ces hauteurs, dans un si grand éloignement, seroient raisonnablement diminuées pour produire un bon effet aux yeux des Spectateurs.

La difficulté de bien déterminer les grosseurs des Colomnes que l'on met les unes sur les autres vient de la rigidité de cette régle d'Architecture qui ne souffre pas qu'il y ait aucune charge dans le Bâtiment, qui porte à faux; & comme elle veut que la Plinthe de la Base d'une Colomne réponde au vif du Dé du Piédestal sur lequel elle est assise, que l'Architrave réponde au vif du haut de la Colomne, & la Frise à celui de l'Architrave, aussi-bien que le nud du Timpan du Frontispice, il faudroit sur ce principe que la

Plinthe

Plinthe de la Base du second étage, au cas qu'elle se trouvât posée immédiatement sur la Corniche du premier, répondit au vif du haut de la Colomne de dessous, & que les membres que l'on voudroit mettre entre-deux, soit Socle, soit Piédestal, fussent situés de même. Mais, si l'on donne à toutes ces parties la saillie qui leur convient suivant la nature de leur Ordre, il arrive, ou que le vif de la Colomne de dessous se trouve le plus souvent reculé en arriere & en retraite hors de l'aplomb de celui de la Colomne de dessous, ou que son diamêtre est tellement diminué, que la Colomne devient hors de mesure, ce qui presente bien des difficultés qu'il n'est pas aisé de surmonter.

L'Architecte du Colisée, dit Mr. Blondel, ne s'est pas soucié que les Colomnes superieures fussent aplomb sur celles de dessous; au contraire, il les a reculées de beaucoup en arriere, les posant sur les retraites du corps du mur, & par ce moyen il a eu toute la facilité possible pour que rien ne porte à faux.

„ Nous avons un exemple de cette pratique, dit-il encore, au „ Portail de l'Eglise S. Loüis des PP. Jesuites de la Ruë S. Antoine „ à Paris, où les Colomnes des Ordres superieurs se retirent par de- „ gré en dedans; ce qui ne paroît point de front, mais seulement „ lorsqu'on les regarde de profil: & cela, suivant le sentiment de „ quelques Modernes, fait un méchant effet à la vûe.

„ Ces mêmes Architectes, pour éviter ces embarras, sont d'avis „ que l'on ne mette jamais de Piédestaux dans les Ordonnances su- „ perieures, mais seulement des Socles sous les Bases des Colom- „ nes, ce qui est contraire à la doctrine de Vitruve, qui met des „ Piédestaux dans toutes les ordonnances de la Scene de son Théâ- „ tre & par tout ailleurs, & à la pratique de Anciens dont il y a „ peu d'exemples de Colomnes posées l'une sur l'autre sans Piédestal: „ les Architectes modernes s'en servent presque toûjours pour „ marquer la hauteur des appuis des Arcs ou des Fenêtres qui sont „ dans les Entre-Colomnes des Ordres superieurs. „

N'ayant rien trouvé d'assés précis dans les Auteurs pour savoir quel parti prendre dans le choix de tout ce qui a été dit & executé au sujet de la Composition des Ordres, je suis obligé de convenir que cette partie de la Décoration est très-difficile, & demande bien des connoissances qui ne peuvent guére être dévelopées dans un Traité aussi abrégé que celui-ci: c'est pourquoi, tout ce que je puis faire de mieux est d'insinuer quelques Observations generales; laissant à ceux, qui voudront s'appliquer particulierement à l'Architecture, de s'instruire plus à fond par la lecture des bons Auteurs, & l'exa-

l'examen des Edifices les plus aprouvés, qui eſt à la verité un travail plus grand qu'on ne penſe, ſi j'en juge par ce que m'a coûté le peu d'acquis que j'ai dans ce genre d'étude.

Il ne paroît pas qu'on doive mettre plus de trois Ordres de Colomnes l'un ſur l'autre; car, outre qu'un quatriéme ſe trouveroit avoir ſes Colomnes trop écartées pour leur hauteur, il ſeroit à craindre que quatre étages de Colomnes ne fuſſent point aſſés ſolides: cependant, on pourroit faire le premier étage ſelon un Ordre ruſtique pour ſervir comme de ſoûbaſſement au premier des trois autres.

Quand on met pluſieurs Ordres de Pilaſtres les uns ſur les autres, on rencontre moins de difficulté pour régler la compoſition des ordonnances, que lorſqu'il s'agit des Colomnes, puiſqu'alors il ſuffit d'avoir égard à la difference des étages, ſans que les faillies contraignent à aucune ſujetion génante.

Les Pilaſtres étant de même largeur en haut qu'en bas, il ſemble d'abord que la régularité voudroit que ceux qui ſont les uns ſur les autres fuſſent auſſi de même largeur. Mais, deux raiſons obligent à faire le contraire: la premiere eſt que les Ordres devant augmenter en délicateſſe, les Pilaſtres doivent auſſi augmenter en hauteur par raport à leur largeur. Or, ſi le module demeuroit le même pour les ſuperieurs comme pour les inferieurs, il s'enſuivroit que les Ordres & les étages augmenteroient en hauteur à meſure qu'ils s'éleveroient les uns ſur les autres: ce qui ne conviendroit point, ſurtout aux Façades qui n'ont point une grande élevation, & dont l'œil qui les regarde n'eſt pas fort éloigné des parties qui compoſent l'ordonnance.

La ſeconde eſt que s'il y avoit des Colomnes avec des Pilaſtres, comme cela arrive ſouvent, le diamêtre des Pilaſtres ſuperieurs ſe trouveroit plus fort que celui du haut de la Colomne inferieure, ce qui cauſeroit encore un autre défaut contraire à la bonne Architecture.

Supoſant donc qu'on veuille mettre pluſieurs Ordres de Pilaſtres les uns ſur les autres, je croi que la meilleure maniere eſt de commencer d'abord par régler la hauteur de chaque Ordonnance ſelon les maximes de Vitruve; c'eſt-à-dire que l'étage ſuperieur ſoit toûjours les trois quarts de celui qui eſt immédiatement deſſous: enſuite on ſuivra ce qui eſt enſeigné dans le ſecond Chapitre page 14. comme s'il étoit queſtion de Colomnes, & alors le diamêtre des Colomnes déterminera la largeur & la hauteur des Pilaſtres, par conſéquent la moitié de cette largeur, ou le demi-diamêtre deviendra le module, qu'on n'aura plus qu'à diviſer en autant de parties égales que

que le prefcrit Vignole pour l'Ordre dont il fera queftion: ainfi il fera aifé de régler toutes les parties de chaque Ordonnance.

Lorfque les Pilaftres fervent d'arriere-corps à des Colomnes ifolées, il faut prendre garde que ces Pilaftres foient affés éloignés des Colomnes, pour empêcher que les Chapiteaux ne fe confondent comme au Portail de la Sorbonne.

Quand on veut décorer un Edifice, & qu'on a des raifons pour lui donner un air de folidité, il faut faire le premier étage d'un goût ruftique, fur lequel on pourra élever un Ordre de Colomnes ou de Pilaftres, (car j'entens ici par premier étage celui du rez-de-Chauffée,) furquoi il eft à remarquer qu'on peut faire le fecond étage plus élevé que le premier, parce qu'alors le premier n'eft regardé que comme le foûbaffement du fecond: mais, s'il s'agiffoit d'un corps de logis qu'on voulût faire plus élevé que les aîles qui doivent l'accompagner, alors il ne faut pas que l'Ordre du rez-de-Chauffée foit plus élevé que celui des ailes; mais il doit par-tout regner également, & ce fera par le moyen d'un fecond Ordre qu'on donnera au corps de logis du commandement fur les aîles.

Quand il y a des Appartemens qui tirent du jour fous des Portiques par des Croifées qui ont un appuy, alors les Pilaftres doivent avoir des Piédeftaux de la hauteur même des appuis, ou pour mieux dire les Piédeftaux doivent être continués & fervir d'appuis aux Croifées; mais fi ces Croifées n'avoient point d'appuis, & qu'elles defcendiffent jufqu'au niveau du Parquet des Appartemens, alors il vaudroit beaucoup mieux ne point donner de Piédeftaux aux Pilaftres.

On doit auffi remarquer, que des Colomnes de differentes grandeurs ne doivent jamais fe rencontrer à côté l'une de l'autre, ne pouvant faire que des difpofitions très-défagréables: de même quand on veut ajoûter quelques piéces à un Bâtiment déja fait, il faut bien fe garder de le faire d'un autre Ordre; au contraire, il faut que la piéce ajoûtée paroiffe avoir été ordonnée par le même Architecte qui a conduit le refte du Bâtiment, & pour tout dire enfin, il faut que les parties fe rapportent au tout autant qu'il eft poffible. C'eft ce qui ne fe rencontre pas bien exactement au Palais des Thuilleries du côté du Jardin: la Façade, toute magnifique qu'elle paroiffe, eft remplie de défauts infuportables, parce qu'elle n'eft compofée que de piéces ajoûtées, dont le tout ne réüffit pas des mieux; au lieu que ce qui avoit été fait anciennement étoit un morceau achevé dans fon efpece, avant qu'on l'eût accompagné de ce qui devoit contribuer au deffein general du Louvre.

Pour dire auffi quelque chofe de l'Ordre *Attique*, qui eft un pe-

tit Ordre toûjours élevé au-dessus d'un plus grand, parce qu'il sert de dernier étage pour terminer le haut d'une Façade, il est bon qu'on sache qu'on ne lui donne ordinairement pour hauteur que le tiers de l'Ordonnance du dessous lorsqu'il n'y en a qu'une seule; mais s'il s'en trouve plusieurs, il peut avoir jusqu'à la moitié, & même les deux tiers, de celle sur laquelle il est immediatement assis.

L'ornement le plus ordinaire des Attiques se fait avec des *Pilastres racourcis*, que l'on nomme ainsi, parce que ces Pilastres n'ayant pas moins de grosseur qu'en ont par le haut les Colomnes ou Pilastres qui sont à l'Ordonnance de dessous, leur hauteur ne peut être assés grande pour se trouver conforme aux régles, puisque le plus souvent ils n'ont tout au plus que 5 ou 6 fois leur grosseur compris la Base & le Chapiteau. Leur Base se fait comme à l'ordinaire; mais, les Chapiteaux sont presque toûjours quarrés, je veux dire aussi hauts que le Pilastre est large. L'on prend un 7e. de cette hauteur pour l'Abaque, & le reste est occupé par un Vase renversé d'un seul rang de Feüillage pareil à ceux du Chapiteau Corinthien. A l'égard de l'Entablement, il doit être proportionné à la hauteur de ces sortes de Pilastres; mais, le plus souvent il n'est composé que d'une Corniche sans Frise ni Architrave.

Il y en a qui mettent un Attique entre-deux étages à l'exemple de Vitruve, qui, dans la Description de sa Basilique, semble placer une maniere d'Attique entre deux Ordonnances de Colomnes. Mais à vrai dire un Attique, qui se trouve ailleurs qu'au haut d'une Façade, me paroît faire un méchant effet.

L'assemblage des Ordres a fait naître une Question qui a fait beaucoup de bruit il y a 40 à 50 ans; sçavoir dans quel goût on pourroit faire une Ordonnance qui pût être élevée au-dessus de l'Ordre Composite; c'est-à-dire, inventer un 6e. Ordre, qui eût au-dessus du 5e. les mêmes avantages en délicatesse & en grace, que le Composite peut avoir sur les quatre autres. Cet Ordre, qu'on devoit nommer l'*Ordre François*, fut proposé de la part du Roy à tous les savans Architectes de l'Europe, avec un Prix considerable pour ceux qui produiroient quelque nouveau dessein qui mériteroit de porter un Nom si glorieux. Aussi-tôt les habiles Gens de toute nation & de tout pays firent tous leurs efforts pour donner des productions de leurs genies; mais, par une fatalité qui ne paroit presque pas croyable, il est arrivé que d'un million de differens desseins qui ont été proposés il ne s'en est pas trouvé un seul qui ait merité le moindre applaudissement. Mr. Blondel dit que la plûpart n'étoient remplis que d'extravagances, de chimeres gothiques, & de fades allusions. J'ai vû aussi

auſſi pluſieurs morceaux, qui n'avoient rien de recommandable, quoique fort vantés par des gens d'un certain rang, qui avoient apparemment intereſt de les faire valoir. Je conviendrai pourtant, qu'il y a quelques Profils de l'invention de *Sebaſtien le Clerc*, qui ne doivent point être confondus avec ceux dont je parle: le goût exquis de cet Auteur s'eſt aſſés fait admirer des gens les plus dlicats, pour avoir un ſentiment avantageux de ce qui vient de luy.

Quoique les peines, que l'on a priſes pour inventer un nouvel Ordre, n'ayent pas fait beaucoup d'honneur au dernier ſiécle, on auroit pourtant tort d'en demeurer-là: il ſe rencontre quelquefois des genies heureux, qui produiſent ſans effort ce que leurs prédeceſſeurs ont cherché en vain; car ce que la nature refuſe dans un tems, elle le donne quelquefois avec uſure dans un autre. Nous admirons aujourd'hui les anciens Architectes: il en viendra peut-être par la ſuite pour leſquels on aura les mêmes ſentimens; mais, en attendant, l'on peut, ſur un Ordre Compoſé, placer un Ordre Compoſé, à l'exemple des Anciens, qui n'ont pas fait difficulté de mettre un Corinthien ſur un autre: il ne ſeroit pas non plus mal-à-propos d'y mettre des Caritatides ou des Perſiques, parce que ne faiſant point d'Ordre particulier, il ſemble qu'ils peuvent convenir l'un & l'autre à tous les Ordres. Il ne faut pas avoir la délicateſſe de ceux qui ne veulent rien ſouffrir dans l'Architecture dont on n'ait des exemples antiques: car, au ſujet de l'Ordre Compoſé, nous avons autant de droit de changer les penſées des Romains, que ceux-ci en ont eu d'alterer celles des Grecs; mais, on ne le doit faire qu'avec beaucoup de ſageſſe, ſans ſortir de certaines régles generales dans leſquelles on remarque que ces mêmes Romains ont toûjours renfermé leur invention; car, la plûpart des choſes qu'ils ont changé ou ajoûté ne ſont point eſſentielles à la beauté de l'Architecture, s'étant toûjours conformés aux régles légitimes.

Quelques Architectes de nos jours ont été bien plus hardis, ayant entierement abandonné les anciennes régles, pour ne ſuivre que celles d'une folle imagination; &, s'ils avoient eû beaucoup d'imitateurs, l'Architecture Gothique, malgré ſon ridicule, auroit peut-être regné une ſeconde fois. L'Egliſe des Théatins à Paris nous en offre un exemple qu'on ne devoit pas attendre d'un ſiécle auſſi éclairé que le nôtre: car, il ſemble que celui qui l'a bàti ait voulu épuiſer tout ce que l'eſprit humain peut inſpirer de plus extravagant; non-ſeulement dans l'Ordonnance, dont le goût eſt mille fois plus bizarre que ce que l'on n'a jamais vû dans le Gothique, mais même dans la diſtribution du terrain, qui pêche contre le ſens-commun.

Qu'on me permette encore cette Réflexion. Rien n'eſt plus dangereux dans la ſocieté, que ceux qui ne veulent pas ſe conformer aux maximes generalement reçûës: car, comme le mépris qu'ils en font procede toûjours de ce qu'ils n'ont pas aſſés de capacité pour en connoître les avantages, ils cherchent à en établir ſuivant leur caprice; &, quoiqu'ils donnent dans le faux, l'eſprit de nouveauté fait que bien des gens ſe rengent de leur parti. Enſuite, il ne faut plus que du tems, pour que les choſes les plus monſtrueuſes ſoient regardées comme des Loys ſacrées: la raiſon veut en vain y trouver à redire; on lui impoſe ſilence, & ce n'eſt qu'en tremblant qu'on ôſe ſe déclarer pour elle.

CHAPITRE DOUZIE'ME.

De la Diſtribution & de la Décoration des Edifices en général.

J'ENTEND par la diſtribution l'uſage qu'on doit faire d'un terrein dans lequel on peut élever un Bâtiment: cette partie de l'Architecture peut être regardée comme la principale & la plus eſſentielle, toutes les autres lui étant ſubordonnées; en effet, quand on mettroit Colomnes ſur Colomnes, que les Profils ſeroient plus réguliers & plus délicats que ceux des plus beaux Edifices antiques, & qu'on employeroit les plus habiles Sculpteurs à la Décoration, quel ſuccès pourroit-on en attendre, ſi le terrain eſt mal *diſtribué*, que les principales parties n'ayent pas la grandeur, la nobleſſe, & les dégagemens qui leur conviennent, ou ſi l'on manquoit dans quelque point eſſentiel qui répugnât à la qualité du Bâtiment dont il s'agit?

Il eſt vrai que cette partie à bien plus d'étenduë aujourd'huy qu'elle n'avoit autrefois. Les François ont pouſſé la diſtribution à un point qui les met en cela fort au-deſſus des autres Nations: nous avons en France, & en Italie, des Palais faits dans les ſiécles précedens, dont l'exterieur eſt décoré d'une aſſés belle Architecture, tandis que la diſtribution des dedans n'a rien qui y réponde; on n'y trouve aucune commodité, il ſemble qu'on ait affecté d'en éloigner le grand jour & d'y faire regner un crepuſcule perpetuel, les Cheminées occupent le plus grand eſpace des Apartemens, les Portes ſont petites & donnent une foible idée des lieux où elles conduiſent: mais, quoique depuis un ſiécle on ait inventé un nou-

vel

vel art de la diſtribution, il ne faut pas croire que tout ce qu'on bâtit aujourd'hui ſoit exempt de deffauts; par exemple, on fait dans des Palais de conſéquence des Veſtibules, des Eſcaliers, des Salons, des Anti-Chambres, des Chambres de Parade, des Cabinets, & pluſieurs autres Piéces de cette nature, d'une grandeur au-deſſus de l'ordinaire, & proportionnée à celle de l'Edifice: cela eſt en place, & il eſt permis de ſortir des proportions communes dans ces occaſions; mais il eſt ridicule, comme cela eſt arrivé à pluſieurs Architectes, de faire de ſemblables piéces dans une place d'une médiocre étenduë, au lieu d'avoir menagé le terrein pour un meilleur uſage.

Il ne ſuffit pas d'employer aſſés bien l'eſpace que l'on veut occuper, & de trouver à peu-près toutes les commodités néceſſaires, il faut encore en faiſant la diſtribution avoir égard à la décoration des dehors, ſoit par des avants-Corps ou Pavillons proportionnés à la maſſe de l'Edifice, ſoit en plaçant les Portes & Croiſées, de maniere qu'elles faſſent une parfaite ſimetrie, ou en diſtribuant les Tremeaux enſorte qu'ils ſoient ſuſceptibles des ornemens qu'on voudra y mettre; en un mot, s'il n'y a un accord de toute part, il ne faut pas croire qu'on ait l'approbation des perſonnes de bon goût. On peut dire au contraire, qu'en mariant les dehors avec les compoſitions des dedans, on fait naître un plaiſir ſecret dans l'ame des Spectateurs, qui, ſans pouvoir rendre raiſon de la ſatisfaction qu'ils reſſentent, ne ſavent à quoi l'attribuer quoiqu'ils ne voyent dans ce qu'ils admirent que des Croiſées, des Pilaſtres, des Maſques, des Conſoles, & d'autres pareils ornemens qu'ils ont remarqué cent fois ailleurs ſans ſentir la même émotion.

Je ne ſaurois m'empêcher de dire, qu'il eſt très-difficile pour ne pas dire impoſſible, d'atteindre à un rapport parfait des parties interieures d'un Bâtiment avec celles des dehors, lorſqu'un Architecte n'eſt pas maître abſolu de ſon ſujet, & qu'on dérange ſes idées le plus ſouvent pour des bagatelles; car s'il mollit, & qu'il ait affaire à des perſonnes entêtées & prévenuës d'une prétenduë capacité, il ne peut qu'être blâmé dans la ſuite, puiſqu'on le rendra reſponſable des fautes qu'on lui aura fait faire: les demi-ſavans ſont dangereux dans toute ſorte de genre; mais, ils ſont inſuportables en fait de Bâtimens, & le fâcheux eſt que tout le monde veut être Architecte.

Comme ce n'eſt point ici le lieu d'enſeigner à faire une diſtribution, & qu'on ne le pourroit même qu'en donnant les Plans des plus beaux Hôtels de Paris avec les Remarques neceſſaires, je me contenterai de dire, qu'on ne ſauroit parvenir à faire un Plan achevé, ſi en compoſant celui du rez-de-Chauſſée on n'a égard aux ſuperieurs,

à commencer depuis les soûterrains jusqu'au comble: sans ces précautions, on s'expose à des inconveniens très-facheux, & qui deviennent quelquefois irréparables; car ce qui rend une distribution parfaite, c'est l'arrangement naturel de toutes les piéces de l'Edifice, dans lesquelles il faut conserver la noblesse, la grandeur, & la proportion qui leur est convenable.

Si nous avons surpassé les Anciens dans la distribution, parce qu'ils pouvoient avoir moins de délicatesse, ou que nous jugeons mal de leur magnificence, on peut dire avec justice que nous ne sommes que leurs copistes pour la décoration, & que la plus belle Architecture de nos jours n'a de prix qu'autant qu'elle est conforme à la leur; mais il est plus difficile qu'on ne pense de la bien imiter, puisque quelque habile que l'on soit on ne peut jamais s'assurer du succès, ne travaillant pour ainsi dire que par conjecture, n'ayant point de principes démontrés sur lesquels on puisse se déterminer. Si l'on peut se fonder sur quelques régles certaines, ce ne peut être que sur celle de la Perspective qui pourra faire connoître les vraies proportions qu'on doit suivre. On doit donc s'apliquer avec tout le soin possible à l'étude d'une science si necessaire, & dont l'union est si étroite avec l'Architecture, qu'il est presque impossible d'atteindre à la perfection de celle-ci sans avoir une connoissance très distincte de l'autre; car il se trouve dans la décoration des grands Edifices tant de parties differentes, dont les unes sont plus enfoncées que les autres, qu'il faut convenir qu'on ne sauroit guére juger de leurs effets par une simple Elevation Géometralle.

Les saillies les plus utiles & les plus belles pour décorer les Bâtimens sont les Corniches, parce qu'elles les couronnent avec grace & conservent le parement contre les injures de l'air: la hauteur & la saillie des Entablemens dépendent de l'élevation des Edifices & de la distance d'où ils doivent être vûs: les moindres Corniches sont en Chanfrain, & n'ont qu'une moulure couronnée comme un gros Talon, un quart de rond, ou une Doucine avec quelques Filets ou Astragales, elles ne s'employent qu'aux Bâtimens rustiques qu'on ne veut point décorer; mais quand on veut les faire plus riches, on peut employer à propos celles de l'Entablement d'un des cinq Ordres, selon qu'on juge qu'elles pourront convenir à l'Edifice: ce qui ne se fait guére que lorsqu'on employe tout l'Entablement du même Ordre, puisqu'à le bien prendre il vaut mieux composer la Corniche exprès, afin d'avoir égard aux circonstances les plus essentielles, soit par raport aux differens effets que peuvent causer les moulures, ou à la nature de la pierre, qui ne se rencontre pas toûjours pro-

PLANCH. 48.

pre

igitized by Google

pre pour exprimer des parties délicates: la couleur même peut faire beaucoup; car si c'est une pierre colorée ou mélée, il faut des moulures qui ayent beaucoup de relief, & qu'on puisse distinguer aisément, sans quoi elles causent plus de confusion que d'ornemens; au lieu que si la pierre est blanche, il y a moins de sujetion, à cause que la lumiere qui s'y réflêchit fait que rien ne se perd dans l'ombre.

Pour qu'une Corniche soit bien profilée, il faut que les moulures ayent entr'elles un certain raport, pour cela on évite que deux ou trois moulures semblables se rencontrent de suite, ainsi que plusieurs d'une même hauteur; car il doit se trouver un contraste dans leur distribution par l'oposé qui regne entr'elles en les faisant alternativement circulaires & angulaires, ou par la difference de leur grandeur: mais, en général, la saillie d'une Corniche doit être à peu-près égale à sa hauteur.

Quand le Batiment est fort exhaussé, & que son usage le distingue des autres, un Entablement entier lui convient beaucoup mieux qu'une Corniche seule, & la masse en est couronnée avec beaucoup de grace; la proportion doit s'en déterminer en le faisant comme s'il y avoit un Ordre entier; cependant, quand on le juge à propos, on peut en diminuer l'Architrave & la Frise, ce qui doit se faire avec beaucoup d'Art: si l'Entablement est tout entier, on doit enrichir la Frise de Consoles, & la Corniche de Modillons; on peut voir quelques exemples de tout ceci, en considérant les Corniches & Entablemens qui sont raportés sur la Planche 48ᵉ. desquels on pourra tirer des idées pour s'en servir dans l'occasion. PLANCH. 48.

Il est bon d'ajoûter, qu'on ne doit jamais interrompre le cours d'une Corniche, en la coupant à l'endroit des Lucarnes des Etages en galetas, parce que cela choque le coup d'œil & est contre toutes les régles; je dirai aussi, que quand on veut déterminer la proportion des moulures, on peut, au lieu de se servir des parties du module, commencer par tracer la plus grande moulure, ensorte qu'elle ait avec toute la hauteur le raport qui conviendra le mieux, ensuite diviser la hauteur de cette moulure en autant de parties égales qu'on jugera à propos, & s'en servir pour régler les autres parties.

Quant aux ornemens des Fenêtres, les unes sont composées d'un Chambranle simple sans aucune moulure, les autres ont un Chambranle avec des moulures & une Corniche au-dessus: enfin les plus belles sont celles qui ont un Chambranle avec des Consoles & un Fronton sans montant aux côtés des Chambranles.

Les grandes Croisées doivent avoir une Corniche assés saillante pour donner du couvert à ceux qui s'y présentent, & alors on fait porter

porter cette saillie par deux Consoles aussi-bien que l'appui ou accoudoir qui termine la Croisée par en bas.

Les Consoles de la Corniche doivent être aussi larges en bas qu'en haut, afin qu'elles suivent régulierement le Chambranle & le montant; la largeur du Chambranle peut être d'une 6e. partie de la Croisée ou Fenêtre. Au-delà du Chambranle, il y a une platte-*Bande* qui lui sert d'arriere-corps, elle peut avoir autant de largeur que le Chambranle, ou un peu moins, elle sert particulierement à placer les Consoles de la Corniche, si la Corniche n'est pas portée par des Consoles. Cet arriere-corps doit être moins large de moitié & sans aucune moulure que celles qui composent sa Corniche. Les Consoles qui portent l'appui doivent être placées au-dessous du Chambranle & avoir même largeur, leurs enroulemens auront bonne grace s'ils se portent de dehors par les côtés. La hauteur de ces Consoles peut être de la moitié de l'ouverture de la Fenêtre tout au plus, ou du tiers au moins; on les fait ordinairement plus étroites en bas qu'en haut, cependant j'aimerois mieux qu'elles fussent également larges. Souvent la hauteur du Perron termine le bas de ces Consoles.

La principale Porte d'un Edifice étant la partie la plus remarquable de la Façade, il faut necessairement qu'elle soit décorée à proportion de la conséquence du Batiment, sa grandeur doit même être assujettie à cette circonstance, par exemple si la Façade retient quelque partie d'un Ordre d'Architecture, il faut pour le Toscan & Dorique que la Porte ait de hauteur un peu moins du double de sa largeur, pour l'Ionique on pourra lui donner positivement le double de la largeur, & pour le Corinthien & le Composite un peu plus; quant à leur Figure, les plus belles sont rondes ou quarrées; c'est-à-dire qu'elles sont terminées par un demi-Cercle, ou par une platte-Bande, il y en a d'autres qui approchent de ces figures, comme celles dont le ceintre est en ance de panier ou surbaissé, ou qui ayant la Figure d'une platte-Bande sont un peu ceintrées. Quand on les fait comme cette derniere, le trait le plus parfait est celui qui se décrit sur la Base d'un Triangle équilateral dont le sommet est le centre; je ne dis rien de celles qu'on fait à pan; c'est-à-dire terminées par plusieurs faces, parce qu'elles ont mauvaise grace, & ne sont point aprouvées.

Si l'on veut avoir un Balcon au-dessus de la Porte, on peut *le faire* porter par des Colomnes quand le lieu le permet; en ce cas on fait saillir les ornemens d'Architecture: ou bien, si l'on ne fait pas de Colomnes, le Balcon est porté par des Consoles; mais *lorsqu'on* est obligé

obligé de ménager la Place, on fait des Pilaſtres ou avant-Corps qui ont peu de ſaillie, quelquefois même on prend la Porte dans un renfoncement, & alors les ornemens ſe diſtribuent ſelon la neceſſité & les circonſtances.

A l'égard des Entablemens qui couronnent les Portes, Scamozzy veut qu'ils ayent pour l'Ordre Toſcan la 4e. partie de la hauteur du vuide, & la 5e. partie pour l'Ordre Compoſé, & qu'on prenne des moyennes proportionnelles entre ces deux Ordres pour l'Ionique, le Dorique, & le Compoſite; enſuite la hauteur de l'Entablement doit être diviſé en 15 parties, dont on en donne 5 à l'Architrave, 4 à la Friſe, & 6 à la Corniche, & les moulures ſe font à proportion: la largeur des piés-droits ou montans des Chambranles & ſes moulures doivent être pareilles à celles du Linteau, dont le Profil eſt ordinairement ſemblable à celui de l'Architrave.

Il faut autant qu'il eſt poſſible laiſſer les venteaux des grandes Portes de toute leur hauteur, à moins qu'on n'en ſoit empêché par un entre-ſole. Si la Porte eſt ronde, & qu'on y mette un dormant, il doit occuper la partie ceintrée, enſorte que l'Impoſte continué ſerve de Linteau; à l'égard de leur compartiment il y faut peu de panneaux, & que ceux d'enbas ſoient arraſés comme du Parquet, que la richeſſe des cadres & des moulures ſoient conformes à la Décoration de l'Architecture; ſi l'on y pratique des ornemens de Sculpture, il faut qu'ils ayent peu de relief, faiſant enſorte qu'ils ſe trouvent dans l'épaiſſeur du bois ſans être adaptés.

Pour dire auſſi quelque choſe de l'interieur des Edifices, il faut convenir qu'on n'a jamais eu tant de Goût qu'on en remarque aujourd'hui dans les Appartemens de conſéquence; la maniere d'orner les Cheminées demanderoit elle ſeule un grand détail, ſi l'on vouloit raporter des exemples pour montrer l'Art de mêler à propos le Marbre, la Sculpture, & le Bronze doré pour accompagner les Glaces qui en font le principal ornement; mais, je renvoye le Lecteur au Livre de Daviler, qui a traité ce ſujet à fond, & me contenterai de parler des autres ornemens qui ſemblent apartenir eſſentiellement à l'Architecture.

Les Anciens, au rapport de Vitruve, ornoient leurs Plafonds de bois précieux & d'ouvrages de Marqueterie, fort riches par la diverſité des bois de couleur, de l'Yvoire, & de nacre de Perle, dont ils compoſoient des compartimens qui étoient enrichis par des lames de Bronze. Il eſt conſtant que les Plafonds conviennent fort aux Salons & aux grandes piéces où la hauteur des Planchers donnent aſſés d'éloignement pour les voir d'une diſtance raiſonnable, parce que

que dans les petites piéces il faut le moins de relief qu'il se peut. Pour faire la division des compartimens, les cadres doivent répondre au vuide des murs, comme Fenêtres & Portes, ce que les Poûtres réglent assés facilement. Dans les grandes piéces il faut de grandes parties, particulierement une qui marque le milieu & qui *soit* differente des autres par sa figure; par exemple, elle doit être ronde ou octogone pour les piéces quarrées, & ovale pour les longues: les enfoncemens peuvent être ornés de Roses tombantes, qui ne doivent point exceder l'arrasement des Poûtres principales; les Corniches ou Entablemens doivent être tellement proportionnés, que leurs Profils ayent la même hauteur que s'il y avoit un Ordre au-dessous, parce qu'alors on est sur que la Corniche ne sera ni trop puissante ni trop foible lorsqu'elle sera élévée à la hauteur de l'Ordre qu'elle doit couronner: à l'égard de la Frise, elle peut recevoir de beaux ornemens, mais il faut qu'ils soient répandus avec choix & avec goût, & qu'ils conviennent au lieu où ils sont employés; mais pour régler d'une maniere generale la proportion que doivent avoir les Entablemens qui portent les Plafonds, s'il n'y a qu'un Architrave ou Imposte, il faut selon Scamozzy qu'elle ait la 16^e. partie de la hauteur depuis le Plancher jusques sous le Plafond; & si le lieu permet d'y mettre une Corniche, soit avec modillons ou sans modillons, il faut qu'elle ait alors la 13^e. partie & demi de cette hauteur. Daviler veut qu'on donne aux Corniches la 12^e. partie de la hauteur de Chambres, ou, ce qui revient au même, un pouce par pied, & cela pour les piéces qui auroient depuis 8 pieds jusqu'à 15 d'exhaussement, & pour celles qui en ont d'avantage & où l'on a coûtume de faire des Entablemens, il prétend qu'un 10^e. de la hauteur conviendroit mieux.

Pour les ornemens des Portes des Appartemens, il faut en diviser la hauteur en 15 parties, dont on en donnera 5 à l'Architrave ou Linteau, 4 à la Frise, & 6 à la Corniche, le Chambranle ne doit jamais avoir plus de 2 faces avec ses moulures; on peut aussi mettre des Consoles avec de la Sculpture pour porter les Corniches & ces Consoles portent sur de petits montans au côté des Chambranles.

Je ne m'étend pas beaucoup sur la Décoration interieure des Edifices, parce qu'il est bien difficile d'y appliquer des régles ausquelles le caprice veüille se soûmettre: car, sur ce sujet, les Architectes ont tous les jours des idées nouvelles; & s'il s'en trouve qui ont fait des choses dignes d'admiration, il faut avoüer qu'il y en a aussi un grand nombre d'autres qui en ont imaginées qui ne sont

point suportables: &, pour faire voir que je n'en parle qu'après les plus habiles gens, voici ce que dit Mr. *Courtonne*, Architecte du Roy, à la fin de son *Traité de Perspective*.

„ Pour dire à present quelque chose des parties interieures des „ Palais & des Hôtels les plus considérables, on a fait de si grands „ changemens à leurs décorations depuis une trentaine d'années, „ qu'on ne s'y reconnoît plus aujourd'hui, & l'on auroit le dernier „ mépris pour un Architecte qui n'ajoûteroit pas quelque nouveauté „ singuliere à toutes celles qu'on a introduites depuis ce même tems, „ contre l'usage, & peut-être même contre la raison & le bon-sens. „ Je sçai bien qu'on s'y est tellement accoûtumé, qu'il seroit dan- „ gereux d'aller contre le torrent, & de se roidir contre des modes „ que trente années de prescription semblent avoir assés autorisées: „ aussi mon intention n'est pas de les censurer; mais, on me per- „ mettra de dire en passant, que l'inconstance de notre Nation avoit „ assés de matiere à s'exercer sur les choses de peu de durée, comme „ sont toutes celles qui ont du mouvement: les Meubles, les Car- „ rosses, les Habillemens, sont de cette nature, au nombre des- „ quelles on ne doit pas mettre les Edifices, & tout ce qui en fait „ partie, dont la durée doit aller jusqu'à nos derniers neveux.

„ Il est vrai que des ornemens de Sculpture bien traités relevent „ infiniment les beautés de l'Architecture, & sur-tout dans les parties „ interieures des Bâtimens dont il s'agit en cet endroit; mais com- „ me ils ne sont à proprement parler qu'accessoires, & qu'on doit „ toûjours regarder la proportion de tous les membres d'Architec- „ ture comme le principal objet, il ne faut s'en servir qu'avec beau- „ coup de ménagement, si l'on veut que l'œil soit satisfait & qu'il „ en goûte pleinement toutes les beautés: mais, lorsqu'on jette des „ ornemens sur toutes les parties sans choix & sans nécessité, il n'y a „ plus que de la confusion, l'œil ne sait plus où se reposer, l'Ar- „ chitecture est cachée sous ces voiles, & rien ne nous frape, parce „ que rien ne nous émeut assés pour le sentir.

„ Comme ces Réflexions nous meneroient trop loin, s'il falloit ci- „ ter des exemples qui déplairoient sans doute aux personnes inte- „ ressées, je me contenterai de dire que ce n'est pas encore assés de „ retrancher la confusion des ornemens de Sculpture, si l'on n'en sait „ pas faire le choix qui dépend ordinairement de la qualité des em- „ ploys & même des inclinations particulieres des Seigneurs qui „ font bâtir. On pourra donc choisir parmi tous les differens Tro- „ phées ou Attributs de Guerre, de Marine, de Chasse, de Mu- „ sique, de Science, & tant d'autres que je pourrois nommer, ceux

„ qui conviendront le mieux au sujet que l'on aura à traiter ; & c'est
„ à quoi l'on doit s'étudier le plus, quand on veut avoir l'approba-
„ tion des connoisseurs.

„ Mais comme ces dedans sont aujourd'hui d'une très grande
„ importance par la grande dépense que la mode a rendu comme
„ necessaire, il faut que l'Architecte épuise tous les secrets de son
„ art à la distribution & l'arrangement de toutes leurs parties, qui
„ consistent dans une belle proportion, dans un choix délicat des
„ plus beaux Profils, & dans une grande varieté.

„ J'entens par la proportion la hauteur qu'il faut donner aux
„ Corniches sous les Plafonds, la distribution des Pilastres, Pa-
„ neaux, Cadres, & autres parties des Lambris de Menuiserie dont
„ l'arrangement dépend de la grandeur des piéces, de leur hauteur,
„ & des sujetions causées par les Portes, Croisées, ou Cheminées.

„ Les Profils, qui se font dans ces piéces, sont bien differens de
„ ceux que l'on fait au dehors: ils doivent être fort délicats, avoir
„ peu de saillie, aussi-bien que les ornemens de Sculpture qui s'y
„ font ; & l'Architecte doit en faire lui-même les Profils, & ne s'en
„ rapporter jamais aux Ouvriers.

„ A l'égard de la varieté, elle doit regner dans toutes les piéces
„ d'un Appartement, c'est-à-dire que les desseins en doivent être
„ differens aussi-bien que les Profils & les ornemens; avec cette
„ remarque, que les premieres piéces se font pour l'ordinaire moins
„ riches que celles qui suivent.

„ Enfin, si l'on veut donner toute la perfection à son ouvrage, il ne
„ faut pas se contenter de donner aux Ouvriers un dessein bien lavé
„ & cotté pour chaque piéce, on doit le faire crayonner en grand
„ sur le lieu même où doit être posé le Lambris, & y faire dessiner
„ le plus exactement que l'on pourra tous les ornemens qu'on vou-
„ dra y mettre, afin de pouvoir corriger, augementer, ou diminuer
„ les parties qui paroîtront trop fortes ou trop foibles; car on juge
„ bien autrement de ces sortes d'ouvrages quand on les voit dans leur
„ grandeur naturelle, qu'on ne fait sur un dessein réduit en petit, ce
„ que l'experience apprendra beaucoup mieux que le discours.

„ On peut voir déja par le peu de remarques que nous avons faites
„ jusqu'ici, que les connoissances nécessaires à un bon Architecte
„ ont plus détenduë qu'on ne s'imagine, & qu'il ne suffit pas d'avoir
„ exercé la fonction de dessinateur pendant quelques années pour
„ en mériter le titre, comme cela n'est que trop ordinaire ; car bien
„ loin d'avoir acquis la plus grande partie des Sciences qui sont ab-
„ solument necessaires, on prend cette qualité sans avoir même la
pra-

„ pratique, ni cette experience consommée dans les Bâtimens,&
„ qui ne s'apprend point dans le Cabinet, mais par des Travaux
„ pénibles & non interrompus. Il ne faut plus donc s'étonner, si l'Ar-
„ chitecture a perdu beaucoup de son premier éclat depuis un cer-
„ tain nombre d'années; & l'on doit même apprehender que ce mal
„ n'augmente, si l'on n'exige point d'autres dispositions de ceux qui
„ se prévalent de cette qualité.

Comme ce Discours de Mr Courtonne renferme plusieurs choses instructives, je n'y ai rien voulu changer: j'ai suprimé seulement un article où il m'a parû qu'il marquoit un peu trop d'aigreur contre quelques personnes de sa profession, qu'il ne nomme pas à la verité, mais dont l'aplication est à craindre; au reste, je reviens à l'explication de quelques sujets qui doivent finir ce Chapitre.

L'on fait toûjours un *Peron* aux grands Bâtimens, comme à l'entrée d'une Eglise, d'un Palais, ou de tout autre Edifice considérable: un Peron, comme l'on sait, est élevé par plusieurs marches ou dégrés, dont le Pallier pour bien faire doit s'étendre sur toute la largeur du Portail, les marches selon Vitruve doivent être en nombre impair de 5 à 6 pouces de hauteur au plus, sur 10 à 12 pouces de giron; c'est-à-dire qu'il faut leur donner pour largeur environ le double de leur hauteur, afin de rendre la montée plus douce & plus facile.

Quand un Peron est élevé de 13 à 15 marches, il est à propos d'en interrompre la suite par un ou deux repos, afin de n'avoir pas tant de dégrés à monter de suite, & que la vûë ne se trouve blessée en descendant une si grande hauteur sans appui; mais il faut sur-tout prendre garde que le Peron soit toûjours pratiqué dans la hauteur du socle ou soûbassement de l'Edifice, observant que quoique le soûbassement tienne lieu ici de Piédestal continué, il ne doit avoir ni Base ni Corniche.

Pour faire aussi mention des Balustres & Balustrades qui se pratiquent si utilement dans les Edifices, soit pour la commodité ou seulement pour la décoration (comme quand on en fait au-dessus de la Corniche des Entablemens pour égaïer une Façade & la terminer avec grace) l'on saura que les Balustrades ne sont autre chose qu'une suite de Balustres composée d'une ou de plusieurs travées terminées par des Piédestaux de même hauteur, le tout portant une tablette en maniere d'appui. Ces travées doivent finir par des demi-Pilastres joints aux Piédestaux: les Balustres se font de plusieurs figures; mais les ronds, & les quarrés, sont préférables à tous les autres.

Au lieu de Balustres, on fait quelquesfois des entre-lacs, qui n'ont

pas moins d'agrément: on les rend plus ou moins délicats, suivant les lieux où ils doivent être placés; par exemple, ceux qui sont élevés au-dessus d'un Bâtiment, qu'on ne pourra voir que de loin, doivent être plus massifs que ceux qui sont faits pour être vûs de près.

Les Trophées composent encore dans l'Architecture un ornement fort noble, leur figure est un tronc d'Arbre chargé & environné d'Armes de toute sorte d'espece, leur origne vient des Grecs qui dressoient sur le Champ de Bataille un tronc chargé des dépoüilles des Ennemis pour marquer leur Victoire. Ces monumens étoient consacrés à Mars, & l'on n'y pouvoit toucher sans sacrilege, si on en juge par ce que raporte Vitruve dans le huitiéme Chapitre de son second Livre, où il dit que la Reine Artemise, ayant pris la Ville de Rhodes, dressa un Trophée dans le milieu de la Place avec deux Statues de Bronze, dont l'une étoit élevée à sa gloire, & l'autre marquoit la Ville de Rhodes sous des signes de servitude; & que les Rhodiens dans la suite n'ôsant y toucher le renfermerent d'une enceinte, parce que, ajoûte-il, il n'étoit pas permis d'ôter les Trophées consacrés aux Dieux.

Les Trophées peuvent se faire dans toute sorte de goût, selon le genre de l'Edifice où on veut les apliquer: par exemple, on en fait de Livres, de Spheres, de Globes, & d'Instrumens de Mathematique, pour représenter les Arts & les Sciences, d'autres avec des Instrumens de Musique, d'autres qui conviennent à l'Agriculture, d'autres enfin pour la Marine, les Manufactures, & les Magasins publics ou Arsenaux.

A l'égard des Trophées d'Armes, qui sont les plus ordinaires & les plus considérables, il semble que lorsqu'il s'agit de quelque Edifice Militaire, il convient beaucoup mieux de se servir des Armes qui sont en usage aujourd'hui, que d'employer celles dont se servoient les Anciens: nos Canons, nos Mousquets, nos Mortiers, nos Bombes, nos Drapeaux, nos Picques, nos Tambours, nos Timbales, nos Trompettes, &c. ne sont point moins nobles ni moins beaux à la vûë, quand ils sont disposés ensemble avec Art, que les Boucliers, les Carquois, les Fléches, les Balistes, les Catapultes, les Belliers, & les autres Armes des Anciens. Au reste, tout ce qui s'appelle ornement doit dépendre du Jugement de l'Architecte; c'est en cela qu'on connoîtra son goût & sa capacité, non-seulement dans l'invention des Sujets, mais dans la juste aplication qu'il en saura faire.

Lorsque l'on veut décorer une Place publique qui doit contribuer à la beauté d'une Ville, on ne sauroit donner trop d'aparence aux

aux Bâtimens qui l'environnent. Or, pour que la magnificence & l'utilité se trouvent de concert, il est à propos de pratiquer 2 étages dans la hauteur de l'Ordonnance; &, si on éleve le tout sur un Ordre rustique, l'Ordonnance en aura une augmentation de beauté: c'est ce que l'on a fait avec beaucoup de succès aux Places de Vendôme & de Victoire, à Paris.

On pourra élever une Balustrade au-dessus de l'Entablement, pour terminer agréablement la Façade, & cacher en partie le comble qui ne fait jamais un bon effet quand il est question d'une belle Architecture: mais à propos des Balustrades, j'ai oublié de dire ci-devant que le Socle sur lequel on posoit les Balustres devoit avoir une hauteur égale à la saillie entiere de l'Entablement, & même quelque chose de plus; & qu'il falloit donner aux Balustres 2 pieds de hauteur comme on l'a pratiqué aux plus beaux Bâtimens de Paris: j'ajoûterai encore, qu'il faut observer de ne point faire leurs travées si longues qu'on soit obligé d'employer plusieurs piéces pour la Tablette, ce qui est contraire à la bonne grace & à la solidité; car rien n'est si sec que de voir 15 ou 20 Balustres de suite sans Pilastres & sans aucune liaison, ainsi je croi que 9 ou 10 au plus par travées doivent suffire.

L'on met quelquefois dans le milieu des Places Publiques des Piramides, qui sont des Monumens servant à transmettre à la posterité la Memoire des grands Princes: on les orne ordinairement d'un Trophée d'Armes, de Figures, de Bas-Reliefs, qui represen-tent leurs actions mémorables, leurs victoires, leur vertu, leur puissance, & les Ennemis qu'ils ont vaincus.

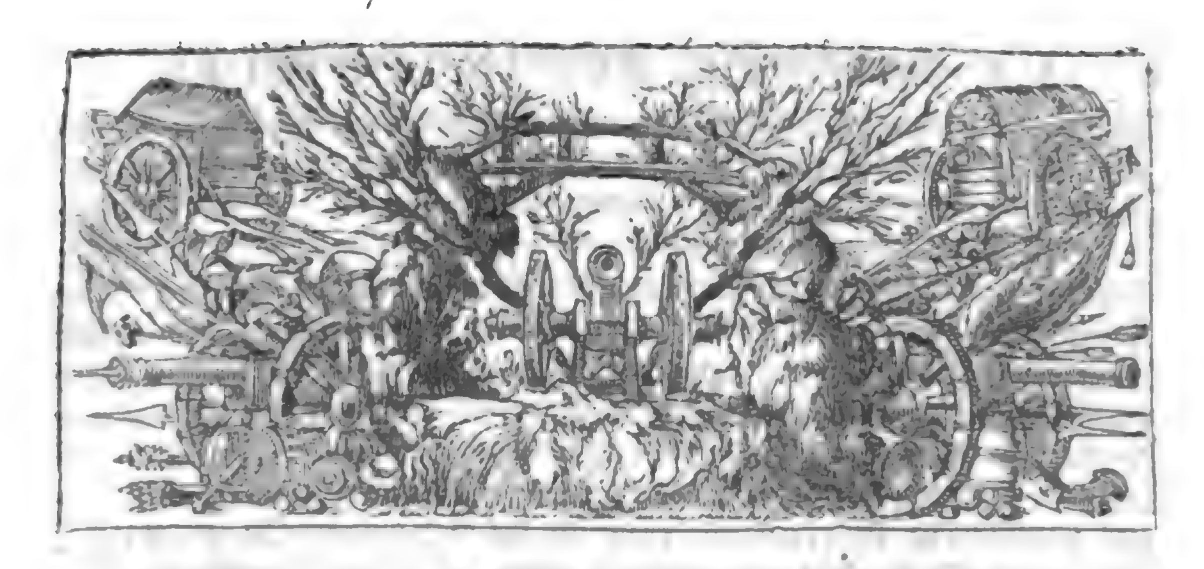
Une Piramide doit être d'une hauteur qui l'éleve au-dessus de tous les Bâtimens des environs; ensorte même qu'elle soit vûë de la Campagne, & qu'elle fasse un riche ornement pour la Ville où elle sera érigée. Il faut prendre garde aussi qu'une Piramide doit être seule, autrement elle perdroit sa véritable signification, qui est de représenter la gloire du Prince qui regne ou qui a regné.

Je ne finirois jamais, si je voulois parler de tout ce qui peut appartenir à la Décoration des Edifices: ce sujet est si abondant, que plus on l'examine, & plus l'on trouve matiere à de nouvelles reflexions. L'inclination, dont je me sens animé pour l'instruction des Lecteurs, fait que je voudrois ne leur rien laisser à désirer, & leur donner au moins une connoissance generale de tout ce qui peut s'offrir aux yeux; cependant, je suis souvent contraint de retenir ma plume, crainte qu'on ne la trouve point assés interessante, & qu'on ne se plaigne que je m'arrête à des choses qui paroissent trop éloignées de

de mon ſujet : il ne faut pourtant pas croire que c'eſt la paſſion d'écrire qui me guide ; je me ſuis preſcrit des bornes, & elles paroîtront peut être trop étroites, quand on entrera bien dans mes ſentimens, car voici comme j'ai raiſonné en compoſant ce 5e. Livre.

L'ouvrage que je veux donner au Public a pour objet l'Inſtruction des jeunes Ingenieurs, & de tous ceux qui ont la conduite des Travaux pour le Roy ou pour les Particuliers : les uns & les autres parlent ſans ceſſe Bâtimens ; & je ſai par experience qu'on n'en peut raiſonner juſte, ſans en avoir fait une longue & pénible étude : peu de gens ont aſſés de loiſir & aſſés de courage pour lire 25 ou 30 gros Volumes, qu'on ne peut avoir qu'en faiſant des dépenſes conſidérables dont on n'eſt pas toûjours à portée, & que ce feroit leur abreger beaucoup de chemin de leur donner en peu de mots tout ce qui pourroit contribuer à les mettre en état, non-ſeulement de travailler par eux-mêmes, mais de porter un jugement ſolide de tous les Édifices qui méritent quelqu'attention, ſoit que leur profeſſion les y engage, ou ſeulement pour ſatisfaire leur curioſité, principalement ſur un ſujet qui étant purement de goût, tout le monde ſe croit en droit de blâmer ou d'aplaudir. Je me ſuis donc chargé de toute la peine que pouvoit donner le ſoin de débroüiller & de mettre en Ordre les Penſées & les Principes de tant d'Auteurs differens, dans l'eſperance qu'on ſeroit ſatisfait du motif qui me guide.

Fin du cinquiéme Livre.



LA SCIENCE DES INGENIEURS DANS LA CONDUITE DES TRAVAUX DE FORTIFICATION.

LIVRE SIXIE'ME.

Qui comprend la Maniere de faire les Devis pour la construction des Fortifications, & celle des Bâtimens civils.

OMME l'on ne peut bien faire les Devis, ſans avoir une connoiſſance parfaite des ouvrages que l'on veut exécuter, il m'a paru qu'il convenoit de ne traiter cette matiere qu'après avoir enſeigné tout ce que l'on a vû dans les quatre premiers Livres: car pour bien dreſſer un Devis, il faut non-ſeulement ſçavoir faire un bon choix des matériaux, afin de ſpécifier les conditions de ceux que l'on voudra employer, & la maniere de les mettre en œuvre; mais il faut encore régler les dimenſions des ouvrages, afin qu'on puiſſe voir toutes les particularités du projet juſques dans

les moindres parties. C'eſt dans un Devis qu'un Ingénieur habile peut donner des marques de ſa capacité, & c'eſt en effet l'endroit par lequel on peut en juger ſûrement; car s'il a du goût & de bons principes d'Architecture militaire & civile, il le fera voir par les dimenſions qui ſeront preſcrites dans ſon Devis; s'il a l'eſprit net & juſte, on y appercevra un Ordre & un Arrangement qui rendront intereſſans les ſujets les plus ingrats; enfin s'il eſt capable de faire exécuter les travaux les plus difficiles, on en ſera convaincu par les détails bien circonſtanciés de tout ce qui doit entrer dans leur conſtruction: ſa pénétration ira même juſqu'à prévoir les accidens qui pourroient ſurvenir, & rien ne lui échapera. On peut donc dire qu'un Devis doit être regardé comme le chef-d'œuvre de l'Ingénieur, & que c'eſt de-là que dépend abſolument l'exécution bonne ou mauvaiſe du deſſein que l'on a en vûë. Combien de fois n'eſt-il pas arrivé que de grands ouvrages ont échoüé faute d'avoir été précédés d'un bon Devis? Et que ne pourroit-on pas alléguer pour en prouver la conſequence?

Dans l'uſage ordinaire ce ſont Meſſieurs les Directeurs de Fortifications qui font les Devis, & le plus ſouvent les Ingénieurs en chef; mais comme il n'y a point d'Ingénieurs qui ne puiſſent ſe trouver dans le cas de projetter par eux-mêmes, on peut regarder ce ſixiéme Livre comme celui qu'il importe le plus de bien ſçavoir, puiſque, comme je l'ai déja dit, les autres qui précedent n'en ſont que l'Introduction.

Le Devis eſt un Mémoire inſtructif de toutes les parties d'un ouvrage qu'on veut conſtruire; il explique l'Ordre & la Conduite du travail, les qualités & façons des matériaux, & géneralement tout ce qui a rapport à la conſtruction & à la perfection de l'ouvrage.

Ses qualités principales ſont que toutes les matieres ſoient miſes dans un bel Ordre, énoncées clairement & bien détaillées, ſans confuſion, n'omettant rien d'eſſentiel, & de ne laiſſer aucun équivoque qui puiſſe donner lieu dans la ſuite à des conteſtations avec les Entrepreneurs; il doit être relatif au plan & profil du projet: quand il eſt revêtu de toutes ces conditions, il ſert de guide à l'Entrepreneur, aux ouvriers, & à l'Ingénieur même, parce qu'alors il aſſujettit les uns & les autres à travailler de concert & conformément à l'intention du Directeur, ou de celui qui a fait le projet.

Il n'y a point de ſorte d'ouvrage qui ne demande ſon Devis particulier; mais comme il faudroit un détail infini pour en circonſtancier chaque eſpece, je me contenterai d'en donner une idée generale qui ſuffira pour en faire l'application à toute ſorte de tra-

vaux

vaux, & à ceux même dont je ne ferai point mention; pour cela nous ſuppoſerons, comme nous l'avons fait juſqu'ici, qu'il s'agit de bâtir une Place neuve dont tous les deſſeins ſont cottés & réglés définitivement, & qu'il n'eſt plus queſtion que d'en faire le Devis pour enſuite proceder à l'adjudication: en rempliſſant ce deſſein je remettrai ſous les yeux du Lecteur toutes les differentes eſpeces d'ouvrages dont j'ai fait mention juſqu'ici; mais, avant cela il eſt à propos que je m'arrête un moment pour faire voir la diſpoſition générale d'un Devis tel que celui dont nous parlons.

Il faut commencer d'abord par faire mention de la ſituation de la Place & de ſon tracé, des principales pieces de fortifications qui doivent compoſer ſon enceinte, comme du corps de la Place, des ouvrages détachés & des chemins couverts, on doit dire un mot en paſſant des meſures qu'il faudra prendre pour établir le Rez-de-chauſſée général, & pour former la diſtribution des ruës, de-là on paſſe aux dimenſions de chaque eſpece d'ouvrage, commençant par le corps de la Place, & continuant par les autres ouvrages détachés, & cela à meſure qu'il s'éloigne du centre; on fait mention des épaiſſeurs que doivent avoir les murs au ſommet & ſur la baſe, de leurs taluds, retraites & empatemens, de la hauteur & épaiſſeur des contreforts, de la largeur & profondeur des foſſez, de la diſpoſition des chemins couverts & glacis, des voûtes, portes, ſouterrains & latrines, le tout en géneral ſeulement; & c'eſt ce qui doit faire la premiere partie du Devis.

On entre enſuite dans le détail de la qualité des matériaux, comme des mortiers, ciment, ſable, chaux, pierre de taille, moëlon, pierres de parement, carreaux & boutiſſes, joints, hauteur des aſſiſes, libages, fichages des pierres, fer, bois, pilotis, placage & gazonage, ce qui forme la ſeconde partie; & on continuë en reprenant chaque ouvrage l'un après l'autre ſuivant l'Ordre de ſa conſtruction particuliere, détaillant toutes les précautions, aſſujettiſſemens, formes & règles du travail dans toutes leurs circonſtances, obſervant toûjours de commencer par le corps de la Place, comme il vient d'être dit, & d'en épuiſer la matiere avant que de paſſer aux autres ouvrages, qu'on doit enſuite traiter tour-à-tour avec la même méthode.

Enfin le Devis ſe termine par la conſtruction des Ponts, Puits, Magaſins, Arſenaux, Hôpitaux, Pavillons, & Corps de Cazernes, quoique cependant il ſoit d'uſage de faire un Devis particulier pour ces derniers; en tout cas, on doit garder le même ordre pour ces ſortes de bâtimens, que pour la Place même, c'eſt-à-dire, déſigner

d'abord leurs dimensions principales, parler ensuite de la qualité des matériaux, & suivre après en détail l'Ordre de leur construction, commençant par les gros ouvrages, & finissant par les legers, après quoi l'on met les conditions qui regardent les Entrepreneurs.

Voilà ce qu'on peut dire en général sur l'Ordre & l'Arrangement des parties d'un Devis. Quant aux autres qualités qu'il demande pour être bien fait, elles se réduisent, comme je l'ai déja dit, à la netteté & à la précision, c'est-à-dire, à distinguer chaque chose clairement, à ne rien oublier d'essentiel, de même qu'à ne rien mettre d'inutile; à ne point faire des répétitions qu'autant qu'elles sont absolument nécessaires pour un plus parfait éclaircissement, à ne laisser aucun équivoque ou doute qui puisse donner matiere aux Entrepreneurs de contester, & à spécifier toûjours autant qu'il est possible, la qualité & la force de chaque nature d'ouvrage, afin que l'Entrepreneur soit obligé de s'y assujettir, & que non seulement on soit en droit de lui faire éxécuter son marché dans toutes ses circonstances, mais encore qu'il ne puisse trouver aucun faux-fuyant pour se disculper des frais que le plus ou moins de propreté dans l'ouvrage, ou le plus ou moins de force dans chaque chose, pourroit occasionner.

Il ne faut pas non plus dans un Devis multiplier les titres mal à propos, ce défaut le rend ordinairement obscur, & lui ôte cet air de netteté qu'il doit avoir. Il vaut beaucoup mieux renfermer sous un seul titre toutes les matieres qui peuvent y avoir rapport, & les apostiller à la marge chacune en particulier, afin qu'on les puisse trouver du premier coup d'œil, quand l'occasion le demande.

J'ai tâché de me conformer dans le modele suivant aux régles que je viens de prescrire, & la lecture sera plus instructive qu'un plus ample discours. On y trouvera la plûpart des dimensions & des conditions qui ont été observées au Neuf-Brisac, que j'ai choisi exprès préferablement à toute autre Place, à cause de l'estime que l'on fait de la beauté de ses ouvrages. C'est effectivement le sujet le plus parfait qui puisse être traité; cependant, je ne m'assujettirai point au Devis primitif qui en a été fait, quoique je le prendrois sans balancer pour unique modele, si cet abregé me permettoit d'entrer dans tout son détail.

J'ai ajoûté à la fin de ce Devis deux planches qui serviront à développer la Fortification du Neuf-Brisac; les Tours bastionnées, qui sont représentées sur la seconde, ne sont point tout-à-fait conformes à celles qui ont été exécutées, parce que je les ai tirées d'un nouveau

nouveau projet que M. le Marêchal de Vauban a fait quelqu'années avant sa mort, pour rectifier celui du Neuf-Brisac; mais comme la difference est très peu de chose, j'ai crû qu'au lieu d'y trouver à redire, on me sçauroit bon gré d'avoir rapporté celles-ci préferablement aux autres qui sont connuës de tout le monde; d'ailleurs il est bon que l'on sçache que ces deux planches, que j'ai fait graver il y a plusieurs années, ne devoient point se trouver dans ce Volume-ci, leur veritable place étant dans celui où je parle de l'art de fortifier les Places, & de la maniere de faire les projets de Fortification, que je mettrai au jour dans la suite; c'est pourquoi elles contiennent des lettres & des chiffres desquels je ne fais point mention presentement, parce qu'ils ont rapport à un discours qui n'est pas du sujet que je traite ici; mais sans s'en mettre en peine, il suffira en lisant ce Devis de jetter de tems en tems les yeux sur les desseins, afin d'avoir une parfaite intelligence de l'objet de chaque article, & on ne trouvera pas moins ces deux planches avec leur Dissertation dans le Volume dont je viens de parler.

MODELE D'UN DEVIS POUR UNE PLACE neuve, telle que le Neuf-Brisac.

Devis des Ouvrages de Maçonnerie, Terre & Gazonnages, Charpente, Couverture, Menuiserie & autres que le Roy a ordonné être faits pour la Construction d'une nouvelle Place. On marque ici son nom & sa situation.

I.

Situation de la Place.

Figure & situation de la Place.

La Place sera située dans la plaine de.... ou sur la riviere de.... & sera tracée suivant les mesures de son plan en octogone régulier, formant huit poligones égaux; sur chaque angle desquels sera construite une Tour bastionnée suivant les dimensions qui seront spécifiées ci-après.

Dehors de la Place.

Les dehors de la Place consisteront en huit bastions détachés, ou contregardes tracés sur la capitale de ces Tours, huit tenailles devant les courtines, huit réduits, huit demi-lunes devant ces réduits, & un ouvrage à corne devant tel.... front; le tout enveloppé d'un chemin couvert.

Rez-de-chaussée.

Après que la Place aura été tracée, on fera courir le niveau tout au tour, & sur ses differentes élevations on prendra un milieu pour établir le Rez-de-chaussée, ce qui se fera en abaissant les parties les plus élevées, & en relevant celles qui se trouveront trop basses. Ce même niveau réglera ceux de dedans & du dehors de la Place.

Distribution des ruës & pentes pour l'écoulement des eaux.

On fera en même tems la distribution des ruës qui doivent séparer les Places à bâtir, & on en marquera la destination par de grands piquets ausquels seront attachés des écriteaux de fer-blanc qui serviront d'indices; & pour avoir les pentes nécessaires à l'écoulement des eaux, on relevera le centre de la Place de quatre pieds, & on chiffrera des piquets fixes qui régleront l'alignement des ruës, & indiqueront les rehaussemens ou rabaissemens qu'il y aura à faire à chaque partie.

II.

DIMENSIONS DES PARTIES PRINCIPALES de la Place.

CORPS DE LA PLACE.

POLIGONE ET COURTINE.

Poligone.

CHaque Poligone extérieur aura 180 toises de longueur d'un angle à l'autre.

Courtines.

Les Courtines auront 124 toises 4 pieds $\frac{1}{4}$ chacune entre les Tours, & seront coupées en deux endroits par des flancs de 4 toises 4 pieds, formées par le prolongement de ceux des contregardes.

Revêtemens des Courtines.

Leur revêtement aura dix pieds deux pouces d'épaisseur au dessus des fondemens, y compris le chanfrain des trois assises de pierre de taille, & sera élevé de trente pieds depuis le dessus des fondemens jusqu'à la hauteur du dessus du cordon, où l'épaisseur sera réduite à cinq.

Retraites & fondemens.

Au niveau du fond du fossé sera faite une retraite de trois pouces de saillie au dehors du nud dudit revêtement, & un peu audessous une autre pareille retraite, de sorte que les fondemens auront dix pieds huit pouces d'épaisseur par le bas, sur trois pieds de profondeur. On observera les même retraites, empatemens tant des Tours bastionnées que des contregardes, tenailles, demi-lunes, réduits & autres pieces, ainsi il n'en sera plus parlé dans la suite.

Les

Les Contreforts seront construits aussi bas que le revêtement, & élevés à même hauteur, on les espacera à quinze pieds de distance les uns des autres de milieu en milieu, & ils auront huit pieds de long, cinq de large à la racine, & trois à la queue. *Contreforts.*

Pour suppléer aux affaissemens des terres, les Remparts seront élevés de trois pieds plus de la hauteur des revêtemens, & la surface de leur terre-plain sera dressée sur trente pieds de largeur en pente d'un pied & demi à prendre depuis la banquette jusqu'au talud intérieur des mêmes remparts, qui aura les deux tiers de sa hauteur; ces Remparts seront ornés de deux rangs d'arbres qui formeront une allée sur le terre-plain, & d'un troisiéme qui sera planté au pied du talud du rempart. *Remparts.*

La Banquette aura quatre pieds & demi de large sur un pied & demi de haut, taluant de trois pieds. *Banquette.*

Les Parapets auront dix-huit pieds d'épaisseur au sommet, & seront élevés pardevant de quatre pieds au-dessus du cordon, & de quatre pieds & demi au-dessus de la Banquette, formant une pente de deux pieds & demi du derriere au devant. Le talud du gazonnage intérieur sera du quart de sa hauteur.

TOURS BASTIONNE'ES.

Chaque Tour sera composée de deux faces, deux flancs, & une gorge de Maçonnerie; chaque face aura deux toises cinq pieds huit pouces de long, mesurés au cordon; chaque flanc six toises; chaque demi-gorge sept, & la capitale neuf toises deux pieds six pouces. *Tours bastionnées.*

Son revêtement sera élevé de vingt-huit pieds depuis le dessus des fondemens où il y aura treize pieds un pouce d'épaisseur, jusqu'au cordon où l'épaisseur se réduira à huit pieds, & sera surmonté d'un Parapet de maçonnerie de briques aussi de huit pieds d'épaisseur & de six de hauteur, dans lequel seront observées, aussi bien qu'à l'étage inferieur, toutes les embrasures, évents, & Guérites marqués dans les Plans & Profils. *Revêtement & parapet.*

On élevera le long des faces deux Banquettes de maçonnerie, faisant ensemble trois pieds de largeur sur trois de hauteur. *Banquette.*

Le mur des gorges n'aura que six pieds d'épaisseur au-dessus des fondemens, & sera érigé à plomb jusqu'à la hauteur du sommet du Parapet des Tours. *Gorges.*

Au centre de chacune de ces Tours sera fait un noyau de maçonnerie fondé aussi-bas que le revêtement, pour recevoir & soutenir *Noyau & Voûtes.*

tenir les voûtes qui regneront le long des flancs & gorges; ces voûtes auront dix-huit pieds de longueur de vuide, & seront construites à plein-ceintre. Au milieu du noyau sera pratiqué un Magazin à poudre voûté aussi à plein-ceintre de quinze pieds de largeur dans œuvre & de vingt pieds de longueur.

Poternes.

Il sera fait aux deux côtés de chaque Tour une poterne voûtée pour communiquer aux contregardes, dont les allées déboucheront dans le fossé à côté des flancs, & auront six pieds de largeur chacune jusqu'à la jonction du gros mur de la courtine, où le passage de la porte sera masqué de maçonnerie pour n'être ouverte que dans le besoin, & réduit à quatre pieds & demi. Le mur qui soutiendra les terres du côté du Rempart, aura cinq pieds d'épaisseur au-dessus des fondemens, où sera faite une retraite de trois pouces de chaque côté, & cinq pieds & demi de hauteur jusqu'à la naissance des voûtes.

Passage & l'entrée des Tours.

Le passage de l'entrée inferieure des Tours sera aussi voûté sur douze pieds de largeur à l'endroit du rempart, & formé par deux murs qui auront chacun cinq pieds & demi d'épaisseur au-dessus de leurs fondemens, avec trois pouces de retraite de chaque côté, & quatre pieds de hauteur au-dessus du rez-de-chaussée de l'interieur des Tours. Ces murs seront soutenus du côté des terres par des contreforts de six pieds de longeur, quatre & demi de largeur à la racine, & trois à la queuë.

Porte de l'entrée des Tours & escalier.

A l'entrée de ces passages, & sur l'alignement du retour du rempart, sera faite une porte de pierre de taille avec les fermetures de huit pieds de longeur, & neuf & demi de hauteur sous clef, dont les pieds droits seront prolongez en dehors jusqu'au pied du talud du rempart, formant deux aîles en rampe suivant le même talud, qui auront trois pieds d'épaisseur chacune aux extremitez avec des ébrassemens de part & d'autre; & à chaque côté de cette entrée sera fait un escalier de pierre de taille, dont les marches auront quatre pieds & demi de longueur sur six pouces de hauteur, contregardé par un petit mur d'appui de deux pieds d'épaisseur.

GRANDES PORTES ET CORPS DE GARDE
DES ENTRE'ES PRINCIPALES.

Portes d'Architecture.

Sur le milieu des quatre courtines qui répondront aux entrées principales de la Place, sera fait quatre grandes Portes d'Architecture. La hauteur du frontispice de chaque porte sera de huit toises.

toises depuis le dessus des fondemens jusqu'au dessus de la corniche de l'entablement, & sa largeur de huit toises trois pieds au dessus du soubassement, sur onze pieds d'épaisseur par le bas, & sept par le haut, non compris la saillie des pilastres. Le fronton aura douze pieds d'élevation dans son milieu. Chaque porte aura neuf pieds neuf pouces de largeur entre les pieds droits, treize pieds de hauteur entre le seuil & la clef, & sera décorée conformément au dessein.

Passage. Le passage des entrées aura douze pieds de largeur dans œuvre entre les dosserets, non compris la refuite des côtés. Il sera voûté au dessus de l'imposte, & formé par des murs de cinq pieds de hauteur jusqu'audit imposte, & cinq pieds & demi d'épaisseur au dessus de leur fondement, faisant retraite de trois pouces de part & d'autre. Ces murs seront soutenus de chaque côté par deux contreforts qui auront chacun six pieds de longueur, cinq de largeur à la racine, & trois à la queuë. Ce passage sera garni de toutes ses fermetures, ponts-levis, orgues, & bascules conformement au dessein, & sera précedé d'un peristile ou vestibule de trente huit pieds *Vestibule.* de largeur dans un sens, & vingt-un & demi dans l'autre, qui sera voûté à même hauteur que le passage de la porte, & soûtenu par des dosserets & piliers de pierre de taille de trois pieds sur trois & demi d'épaisseur, cimetrisant avec la Décoration des pieds droits du passage.

La partie de ce peristile, qui regarde le dedans de la Place, sera revêtuë de pierre de taille dedans & dehors sur toute sa hauteur, & aura cinq pieds d'épaisseur au dessus des fondemens; elle fera retraite de deux pouces à deux pieds au dessus de ces fondemens, puis élevée de seize pieds depuis le dessus de cette retraite jusqu'au dessus du plinthe, formant trois arcades dont celle du milieu aura dix pieds d'ouverture, & les deux joignantes huit pieds seulement; toutes trois de quatorze pieds de hauteur.

Corps de garde. A droite & à gauche du même peristile seront faits deux Corps de garde & une Prison, dont les murs de face & de retour auront quatre pieds & demi d'épaisseur au-dessus de toutes les retraites; ces pieces seront éclairées par quatre croisées de quatre pieds de largeur & huit de hauteur chacune, disposée & décorée avec simetrie, deux de chaque côté du vestibule, & auront ensemble dix toises un pied de longueur de face du côté de la Place.

Logement au dessus & chambre aux orgues. Le logement au-dessus sera conforme en tout à la distribution figurée dans le dessein; & sa façade, qui sera percée de neuf croisées, & réduites à deux pieds d'épaisseur, sera élevée de dix-sept

ized by Google

pieds depuis le dessus du plinthe jusqu'au dessus de l'entablement; le tout décoré suivant les élevations du même dessein, & surmonté d'un fronton, de quatre lucarnes, & d'un comble de seize pieds de hauteur. La chambre aux orgues, la cage de bascule, & les escaliers à droite & à gauche des portes pour monter sur le rempart, seront aussi construits suivant leur plans & profils particuliers. Ces escaliers seront de pierre de taille, ils auront quatre pieds & demi de largeur dans œuvre, & un mur d'apui rempant de deux pieds & demi d'épaisseur.

Poternes de Sortie.

Poternes de sortie.

Dans le milieu de chaque courtine où il n'y aura point de grande porte, sera faite une poterne pour communiquer aux tenailles; l'on y descendra par un escalier de pierre de taille hors œuvre, voûté sur six pieds de largeur, & surmonté à l'aplomb du talud superieur du rempart, d'un mur de brique d'un pied & demi d'épaisseur, & de quatre de hauteur au dessus du terre-plain.

Passage.

Son passage sera enfoncé de cinq pieds au dessus du sol de la Place, & aura douze pieds de largeur. Ses portes, ainsi que celles des poternes des Tours bastionnées, auront quatre pieds & demi de largeur, & seront garnies de leurs fermetures d'une force convenable, observant de les masquer toutes ensuite du côté du fossé d'une bonne maçonnerie de quatre pieds à quatre pieds & demi d'épaisseur, & de pratiquer un petit évent dans ce masque.

Les pieds droits de ce passage auront six pieds de hauteur & cinq d'épaisseur au-dessus de leurs fondemens, faisant retraite de trois pouces de chaque côté, & seront soûtenus par des contreforts de trois pieds de large à la racine, deux à la queuë, & quatre & demi de long.

Aqueduc.

Et pour faciliter l'écoulement des eaux de la Place, sera construit au dessous de ces Poternes un petit Aqueduc voûté de deux pieds de largeur dans œuvre, sur trois de hauteur, dont les pieds droits auront chacun deux pieds & demi d'épaisseur. On en fera de pareils à chaque côté des quatre grandes portes.

Souterrains.

Souterrains.

Il sera fait des souterrains sous les brisures de chaque courtine, qui feront l'office de flanc bas, à l'exception de deux seulement, qui seront conduits en pente douce, & perceront du dedans de la

Pla-

Place jusqu'au fond du fossé, pour y abreuver les chevaux en tems de Siége. Ces souterrains seront pavés proprement, & fermés par des portes sûres à chaque extrémité, puis murées solidement pour n'être ouvertes que dans les besoins pressans; ils auront dix-huit pieds de largeur dans œuvre, leurs pieds droits sept pieds & demi jusqu'à la naissance des voûtes, & quatre pieds & demi d'épaisseur, leurs contreforts six pieds de longueur, quatre de largeur à la racine, & trois à la queuë.

Pour descendre dans les premiers de ces souterrains, on pratiquera intérieurement à leur entrée un escalier de pierre de taille de sept pieds de largeur, fondé sur un bon massif avec des murs d'apui d'un pied & demi d'épaisseur. Les pieds droits de cette entrée seront prolongés par dehors jusqu'au pied du talud du rempart, & ébrasés de six pieds de chaque côté. Ils auront cinq pieds d'épaisseur au dessus des fondemens, & seront réduits à trois à leur sommet. On observera de pratiquer dans un des pieds droits de ces souterrains, & contiguëment à l'entrée, un petit magazin à poudre de huit sur douze pieds de largeur dans œuvre, & d'élever sur cette entrée un petit mur d'un pied & demi d'épaisseur qui surmonte de trois à quatre pieds le terre-plein du rempart. On observera de même toutes les cheminées, évens, & embrasures qui sont marqués dans le plan. *Escalier.*

Bastions detachés, ou Contregardes.

Les faces des contregardes auront soixante toises de longueur chacune, & les flancs vingt-deux. Ces faces & ces flancs seront élevés à demi-revêtement depuis le dessus de leurs fondemens, & auront dix-huit pieds de hauteur à l'angle du flanc & de la gorge, dix-huit & demi à celui de l'épaule, & vingt à l'angle flanqué, taluant d'un sur six; ce revêtement aura sept pieds huit pouces d'épaisseur au dessus des fondemens, & à trois pieds près du sommet dudit revêtement; la maçonnerie sera arrangée & réduite par son talud à cinq pieds d'épaisseur. Les trois autres pieds d'élevation seront continués suivant le talud du parement exterieur sur trois pieds d'épaisseur par le bas, revenant à deux pieds & demi au sommet. *Faces & flancs des contregardes.* *Executé à Brisac.*

Sur-tout on aura soin d'élever sur chaque angle flanqué un petit mur en forme de surtout de quarante-deux pieds de longueur, & de quatre & demi de hauteur, dont le couronnement se racordera à celui des faces par une rechûte en talud de douze pieds.

Gorges. Le revêtement des gorges aura deux pieds & demi d'épaisseur au sommet, & seize de hauteur à prendre depuis le dessus des fondemens, il taluera aussi d'un sur six, & suivra le profil des parapets, banquettes, & remparts.

Contreforts. Les contreforts des flancs & des faces auront les mêmes dimensions que ceux des courtines, & seront espacés du même intervalle. On les élevera à trois pieds près du sommet des revêtemens. Ceux des gorges n'auront que quatre pieds de longueur, trois d'épaisseur à la racine, & deux à la queuë, & seront d'un pied plus bas que le sommet des gorges.

Berme & parapet. Au niveau de la brique-de-cant qui terminera le revêtement des flancs & des faces, sera faite une berme de dix pieds de largeur, sur laquelle on plantera une haye vive, après quoi on continuëra l'élevation des remparts & des parapets de ces pieces, en parement de gazon ou avec placage seulement, en taluant des deux tiers de la hauteur. L'interieur de ces parapets aussi bien que les banquettes seront en tout semblables à ce qui a été dit pour ceux du corps de la Place, & leur extérieur surmontera de quatre pieds le niveau du terre-plein du rempart.

Remparts. Ces remparts auront trente pieds de largeur depuis le bord de leur talud interieur jusqu'au pied de la banquette, à l'endroit de laquelle ils seront élevés de dix pieds au dessus de la berme des ouvrages avec pente d'un pied & demi du côté de la Place, observant de les élever d'un pied plus à l'angle de l'épaule, qu'à celui du flanc & de la gorge, & de trois pieds à l'angle flanqué plus qu'à celui de l'épaule. Dans cette hauteur de dix pieds sont compris les trois pieds qu'on donnera pour suppléer aux affaissemens des terres, & ces mêmes dix pieds joints aux quatre pieds du parapet donneront en tout quatorze pieds de hauteur par devant de gazonnage ou placage. L'on observera aussi les rempes nécessaires pour la montée du canon, & elles auront onze toises de longueur sur neuf pieds de largeur.

Communication. Il sera fait un souterrain sous le rempart de chaque flanc, pour communiquer aux tenailles; son passage sera conduit en pente depuis l'interieur des contregardes jusqu'au niveau de la rempe, qui sera prise dans ces mêmes tenailles huit pieds au dessus des fondemens, il aura six pieds de largeur, & ses pieds droits auront trois pieds d'épaisseur, & cinq de hauteur jusqu'à la naissance des voûtes. L'entrée de ces souterrains sera formée par un mur élevé à l'aplomb du talud superieur du rempart par un profil de dixhuit pieds de longueur. Ces deux murs seront érigés perpendiculairement, & auront chacun trois pieds d'épaisseur.

Tenailles.

Chaque tenaille sera composée de deux faces qui auront vingt-huit toises de longueur chacune, & sera revêtuë devant & derriere. Elle sera coupée dans son angle rentrant par un passage pris sous son parapet, & voûté de six pieds de largeur qui servira de communication aux demi-lunes par le milieu du fossé. *Tenailles.*

Le revêtement des faces aura cinq pieds huit pouces d'épaisseur au dessus des fondemens, & sera élevé de neuf pieds taluant d'un sur six par devant, à laquelle hauteur il sera réduit à quatre pieds d'épais, puis sera continué suivant le même talud jusqu'à trois pieds plus haut sur trois d'épaisseur seulement, réduit à deux & demi au sommet, observant que ce sommet ne soit pas plus élevé que la surface du chemin couvert. *Revêtement.* *Executé à Brisac.*

A cette hauteur sera faite une berme semblable à celle des contregardes, mais d'un pied six pouces de largeur seulement, & sans haye vive; sur laquelle on élevera le parapet de la tenaille en gazonnage ou placage, & ce parapet aura huit pieds de hauteur par dehors, & sept & demi par dedans, avec une banquette de deux pieds de haut, du pied de laquelle le terre-plein de la tenaille ira gagner le sommet de la gorge. *Bermes & parapet.* *Executé à Brisac.*

Les gorges n'auront que quatre pieds dix pouces d'épaisseur par le bas, & deux pieds & demi par le haut, elles seront élevées de quatorze pieds au dessus des fondemens. *Gorges.*

Les contreforts des faces auront cinq pieds de long, quatre de largeur à la racine, & trois à la queuë, & ne seront élevés que de neuf pieds, ceux des gorges auront quatre pieds de longueur, trois de largeur à la racine, deux à la queuë, & seront de deux pieds plus bas que le sommet des gorges, ils seront tous espacés à quinze pieds de distance les uns des autres de milieu en milieu. *Contreforts.*

Pour communiquer au pont qui forme le passage de la contregarde à la tenaille, il faudra pratiquer à l'extremité de ce pont une rempe de six à sept pieds de largeur dont les côtés seront revêtus, & former deux autres rempes joignant l'angle des gorges de douze à quinze pieds de largeur, sur trois toises cinq pieds de longueur, pour descendre dans le fossé. *Rempes.*

Demi-Lunes.

Les faces des demi-lunes auront quarante huit toises de longueur chacune, & les flancs sept. *Demi-lunes.*

Revêtement des demi-lunes, gorges & contreforts. Leur revêtement sera de sept pieds quatre pouces d'épaisseur au-dessus des fondemens, de cinq à la hauteur de treize pieds, & de deux pieds six pouces au sommet, faisant en tout seize pieds d'élevation avec talud d'un sur six. Les gorges auront quinze pieds de hauteur, & tous les contreforts de ces pieces seront entierement conformes à ce qui a été dit pour ceux des contregardes.

Bermes. Il sera fait, au niveau du sommet du revêtement de ces faces & flancs, une berme de dix pieds de largeur garnie d'une haye vive, sur laquelle seront élevés les remparts & parapets avec parement exterieur de gazonnage taluant d'un tiers, ou avec placage seulement taluant des deux tiers, sur quinze pieds de hauteur à l'endroit des angles flanqués, & quatorze pieds aux angles d'épaule, y compris les trois pieds donnés pour l'affaissement des terres.

Parapets & banquettes. Les parapets & banquettes auront d'ailleurs les mêmes dimensions qu'aux contregardes.

Rempart. Le terre-plein du rempart aura vingt pieds de largeur depuis le pied de la banquette jusqu'au bord du talud interieur, & sera dressé en pente d'un pied & demi du devant au derriere. On y observera toutes les rempes & escaliers qui sont figurés dans le plan.

Portes d'architecture. A chacune des quatre demi-lunes qui couvriront les courtines des entrées principales de la Place, sera faite une porte d'Architecture de neuf pieds neuf pouces de largeur, & treize de hauteur sous clef, avec les ornemens conformes aux desseins qui en ont été réglés.

Passage des entrées. Sera fait ensuite le revêtement du passage des entrées de ces demi-lunes, sur toute la largeur de leur rempart & parapet, & les murs de ces revêtemens seront élevés à plomb des deux côtés jusqu'à la hauteur des parties qu'ils profileront sur quatre pieds & demi d'épaisseur au dessus des fondemens, avec retraite de trois pouces de chaque côté. Les contreforts auront cinq pieds de long, quatre de large à la racine, trois à la queuë, & seront espacés comme ceux dont il a été parlé ci-dessus. Les passages seront accompagnés de leurs ponts-levis, bascules, & descentes, suivant les mesures de leurs plans & profils particuliers.

REDUITS DANS LES DEMI-LUNES.

Reduits. Executé à Brisac. Les faces des reduits auront dix-huit toises de longueur, les flancs trois toises, & les retours des demi gorges six, le tout bien revêtu. Le revêtement des faces & flancs aura vingt-trois pieds de hauteur depuis le dessus des fondemens jusqu'au dessus du cordon, où l'épais-

paisseur sera réduite à cinq pieds, taluant par dehors d'un sur six, de sorte qu'il aura neuf pieds d'épaisseur au-dessus desdits fondemens, y compris les deux pouces de la saillie du soubassement.

Contreforts. Les contreforts derriere ce revêtement seront élevés à même hauteur que le dessus du cordon, & auront sept pieds de longueur chacun, quatre pieds de largeur à la racine, & trois à la queuë.

Parapet. Au dessus du cordon sera élevé le revêtement du parapet en maçonnerie de brique sur quatre pieds de hauteur & trois d'épaisseur, & le revêtement sera remblayé de douze pieds de terre qui formeront un parapet de quinze pieds d'épaisseur au sommet, avec plongée de deux pieds & demi du dedans au dehors.

Banquettes, remparts & gorges. Les banquettes de ces pieces seront semblables à celles des demi-lunes; les remparts auront quinze pieds de largeur avec pente d'un pied & demi du côté de la Place, & dix pieds de talud interieur; les gorges seront revêtues comme celles des demi-lunes, & auront les mêmes dimensions.

Communication. Quatre de ces réduits seront percés d'un passage de six pieds de largeur, revêtu & voûté pour servir de communication aux demi-lunes. Le revêtement de ce passage sera élevé à plomb, & aura quatre pieds & demi d'épaisseur au-dessus de ses fondemens, sur autant de hauteur, où la maçonnerie sera mise de niveau pour commencer la naissance des voûtes qui seront construites à plein ceintre. Les entrées & sorties du passage auront quatre pieds & demi de largeur entre les pieds droits qui auront chacun double feüillure, ainsi que tous ceux des autres poternes, pour y poser des portes de quatre pouces d'épaisseur. On observera dans ces réduits, comme aux demi-lunes, les rempes & escaliers nécessaires pour établir les communications, & on y pratiquera de plus une descente au fossé de trois pieds de largeur dans œuvre, sur vingt de longueur, joignant le mur de la gorge qui sera percé d'un passage de trois pieds de largeur pour communiquer au fossé; le mur, qui soutiendra les marches du côté des terres, aura aussi trois pieds d'épaisseur, & le dessus de cette descente sera recouvert par une trape garnie de ferrures & serrures nécessaires, pour empêcher qu'on n'y entre qu'en cas de besoin. On formera aussi quatre grands passages pour les voitures, semblables à ceux des demi-lunes, aux quatre réduits qui se trouveront sur les entrées principales, & sur chacun desdits passages sera érigée une porte d'architecture conforme à son dessein particulier, de même qu'un petit corps de garde.

O u-

Ouvrage a corne.

Ouvrage à corne. Les branches de l'ouvrage à corne auront cent vingt toises de longueur chacune, son poligone cent cinquante, ses faces quarante, ses flancs quinze, & sa courtine soixante-neuf.

Tous les revêtemens de cet ouvrage, aussi-bien que les remparts, banquettes, & parapet, seront conformes en toutes choses à ceux des demi-lunes, avec cette seule difference que la tête des branches sera plus élevée de quatre pieds que leurs extrémités, dont la hauteur ne surpassera pas celle du chemin couvert, observant encore de ne terrasser les revêtemens que jusqu'à dix-huit toises près dudit chemin couvert, & de diminuer la largeur du rempart depuis le canal de l'Hôpital qui y sera renfermé, jusqu'à cette distance, de maniere que le tout se réduise dans le cours des dix-huit toises ci-dessus marquées aux banquettes pures & simples.

Barbettes. On observera au surplus de faire des batteries à barbette sur les pointes des bastions & demi-lunes de l'ouvrage à corne, qui seront retournées de sept à huit toises de part & d'autre des angles flanqués.

Revêtement du passage du canal. Vis-à-vis le rempart sera fait le revêtement en parement de pierre de taille du canal qui traverse les deux longs côtés, & cela sur sept pieds & demi d'épaisseur, non compris six pouces pour les retraites des fondemens. On fera aussi des arcades de pierre de taille aux entrées & sorties dudit canal, & on y pratiquera les coulisses nécessaires pour leurs fermetures: Le reste de ce passage, qui sera compris entre les arcades & le talud des banquettes, sera voûté de briques sur trois pieds d'épaisseur, & recouvert d'une chape de ciment. *

* Comme il est dit dans le 3e. Livre.

Fossez.

Largeur des Fossez. Les fossez du pourtour de la Place auront les largeurs suivantes, mesurées à l'aplomb du cordon, ou du trait principal des ouvrages & du sommet de la contrescarpe. Sçavoir aux angles flanqués des Tours bastionnées, sept toises; vis-à-vis le milieu des courtines, seize toises trois pieds; entre les contregardes & les tenailles, cinq toises; vis-à-vis le milieu des faces des contregardes, quinze à seize selon le besoin qu'on aura de terre; vis-à-vis les faces des réduits, six toises; vis-à-vis celles des demi-lunes, dix; vis-à-vis les branches & demi-bastions de l'ouvrage à corne, dix; vis-à-vis la demi-lune de cet ouvrage à corne, sept.

Tous

Tous ces fossez en general seront approfondis de quatorze à quinze pieds au-dessus du rez-de-chaussée de la Place, & revêtus d'un mur de pareille hauteur taluant de son sixiéme par dehors, & réduits à trois pieds d'épaisseur au sommet. *Profondeur & revêtement des fossez.*

Il sera fait en même tems des contreforts derriere le mur à quinze pieds de distance les uns des autres de milieu en milieu, dont la longueur sera de quatre pieds, la largeur de quatre & demi à la racine, & de trois à la queuë, & la hauteur un pied plus bas que le sommet de revêtement. *Contreforts.*

En faisant la distribution de ces contreforts, on aura soin d'en placer deux à l'endroit de toutes les traverses du chemin couvert, afin que les profils des traverses qui seront aussi revêtus, en soient mieux soutenus & plus solidement établis. Ces contreforts doivent avoir un pied de largeur & six pouces d'épaisseur en tous sens plus que les précedens.

Quant à l'excavation des grands fossez de la Place, il faut avoir attention de donner près de vingt pieds de profondeur vis-à-vis les angles flanqués des contregardes, & de remonter insensiblement vers le milieu des tenailles & courtines. On observera encore d'approfondir le petit fossé qui sera entre le derriere des tenailles & les petits flancs des courtines, de trois ou quatre pieds plus que celui de la Place, afin qu'il puisse y avoir de l'eau en tout tems. Pareille attention sera faite le long des flancs des contregardes, & le revêtement de ces parties qui sera fondé plus bas que les autres à proportion.

Chemin Couvert.

Tous les chemins couverts seront tracés parallelement aux fossez de la Place sur cinq toises de largeur, à compter depuis le pied de la banquette jusqu'au bord de ces mêmes fossez, & seront dressés en pente d'un pied & demi du côté des ouvrages : on y observera tous les petits retours, redens, & traverses qui sont figurés sur le plan. *Chemin couvert.*

Les Places d'armes auront dix toises & demie de gorge, & treize de face. *Places d'armes.*

Les traverses dix-huit pieds d'épaisseur mesurés au sommet, & les banquettes cinq pieds de largeur, un pied & demi de hauteur, & trois pieds de talud. *Traverses.*

Le parapet sera élevé de quatre pieds & demi au dessus de la banquette, & revêtu de deux pieds & demi d'épaisseur avec talud d'un sixié- *Parapet.*

lon, & le fin à faire celui de la maçonnerie de brique, des paremens, & des pierres de taille; on aura soin qu'il soit sec, criant à la main, bien lavé, & non gras ni terreux.

Mortier. Le mortier sera composé d'un tiers de chaux mesurée vive, & de deux tiers de sable, mêlé, broyé, & incorporé avec la chaux tant & si long-tems, que les especes soient totalement confonduës l'une dans l'autre, jusqu'à n'y plus reconnoître de difference. On n'y employera que l'eau simplement nécessaire à leur mêlange, & cela une seule fois, & non plus.

Si on n'employe la chaux qu'après avoir été éteinte, comme il est d'usage en plusieurs endroits, il faudra en augmenter la dose à proportion de sa qualité, ce qui va quelquefois à la moitié.

Ciment. Le ciment sera fait de vieux tuileaux bien cuits & réduits en farine par la meule, puis passés au tamis du Boulanger, ou au bluteau. Il sera composé des deux tiers de cette farine, & d'un tiers de chaux mesurée vive; le tout bien battu & corroyé ensemble, & démêlé pendant un long espace de tems & à plusieurs reprises, dans un petit bassin de planches, quarré, fait exprès; observant de n'y mettre de l'eau qu'une seule fois, & de l'employer, autant que faire se pourra, tout chaud & frais battu, de même que de ne le doser que par rapport à la force de la chaux, & à la qualité du ciment.

Pierre de taille, Moelon, et Brique.

Pierres de taille. Toute la pierre de taille, tant des angles saillans des ouvrages, que des soubassemens, cordons, & autres parties où il en sera besoin, sera tirée des carrieres de.... ou autres lieux qui en pourront fournir de pareille qualité, c'est-à-dire, qui soit pleine, dure, non sujette à la lune ni à la gelée; observant de n'employer que celle qui sera bien ébousinée, sans fil, ni moye, qui la traverse ou qui paroisse, à six pouces près des paremens.

Pierres de parement. Les carreaux, qui formeront ces paremens, seront taillés avec cizelure relevée aux arêtes, piqués proprement à la petite pointe dans leurs faces, aussi-bien que dressés à la régle, & démaigris pour le mortier, de même que leurs lits & joints; ils seront posés à petits joints, & bonne liaison, par assise reglée de neuf à dix pouces de hauteur au moins, sur douze à quinze pouces de lit. On aura soin dans l'emploi de ces carreaux, qu'ils soient toûjours mêlés d'un tiers de boutisses de vingt à vingt-cinq pouces de queuë, qu'ils ayent au moins six pouces de joint quarré, & le tout bien lié avec le reste de la maçonnerie.

Les

Digitized by Google

Les pierres des soubassemens, qui seront posées au dessus des fondemens, seront aussi taillées proprement dans leurs faces, lits & joints, & auront douze, quinze, à dix-huit pouces de lit, & huit à dix de joint à l'équerre. Seront de plus mêlées d'un tiers de boutisses qui auront au moins deux pieds de queuë, le tout posé en bonne liaison, à petits joints & en bain de mortier. *Pierres de soubassemens.*

Tous les angles saillans, tant du corps de la Place que des contregardes, tenailles, demi-lunes, ouvrages à cornes, & reduits, seront armés de pierres de taille de graisserie, taillées en petit bossage d'un pouce & demi de relief, & posées par assises reglées d'un pied de hauteur, ayant les joints d'équerre sur dix-huit pouces de long, deux pieds de lit, & trois de queuë, le tout mêlé d'un tiers de boutisses, retourné & posé alternativement, de maniere qu'il se trouve de chaque côté des harpies d'un pied élevées à l'aplomb par les bouts les unes sur les autres, & que les assises les plus courtes reviennent sous le cordon à quatre pieds de longueur de part & d'autre des angles. *Pierres des angles.*

Les cordons seront aussi de pierres de taille de graisserie d'un pied de hauteur, taillées en demi rond, & posées en saillie de la moitié de leur diametre, ayant les joints d'équerre sur seize à dix-huit pouces de long, & deux pieds de lit, non compris la saillie, le tout mêlé d'un tiers de boutisses qui auront trois pieds de queuë. *Cordons.*

Tous les autres moëlons, dont on se servira pour remplir & garnir le corps de la maçonnerie brute, seront tirés ou de l'excavation du fossé, ou des carrieres de .... observant de choisir les plus gros libages pour en former les fondemens, & de réserver les moindres pour le revêtement au dessus, comme aussi d'arraser de niveau toute la maçonnerie à chaque levée que l'on fera de dix-huit pouces, & de la traverser, s'il est jugé nécessaire pour plus grande solidité, par des chaînes de brique sur toute l'épaisseur des murs, ce qui formera un renouvellement d'assiette. *Moëlons.*

Les cailloux de la riviere de .... ou de la plaine de .... & ceux qui se trouveront dans les excavations, pourront aussi être employés dans la garniture du corps de la maçonnerie, en les posant par assises reglées, mais en cas de besoin seulement, & au défaut de moëlon, encore faudra-t'il que la quantité de ces cailloux n'excede pas le tiers du solide de la maçonnerie, & que chaque levée de dix-huit pouces de hauteur soit aussi recouverte d'une chaîne de brique. *Cailloux.*

Toutes ces pierres en general seront proprement assises & bien callées aux paremens, posées, coulées, fichées, & jointoyées les *Fichage des pierres.*

unes en mortier de ciment, les autres en mortier de chaux & ſable, ſuivant que les qualités de l'ouvrage l'exigeront. Les libages & moëlons de rempliſſage ſeront poſés dans le maſſif des revêtemens à bain de mortier, avec de bonnes liaiſons de quatre à cinq pouces au moins les unes contre les autres, & d'autant des unes ſur les autres.

Briques. A l'égard des revêtemens qui ſe feront en parement de brique, on n'y employera que les neuves & les mieux cuites, & de la meilleure qualité, dont les plus belles ſeront choiſies pour former le parement, & poſées par aſſiſes liaiſonnées ſur cinq rangs de hauteur, élevées par diminution d'une demie brique à chaque rang, c'eſt-à-dire, depuis trois briques & demie au premier rang, juſqu'à une & demie au cinquiéme; obſervant de bien froter ces briques, & de les dreſſer l'une contre l'autre avant que de les employer; & qu'il y ait toûjours moitié de boutiſſes en paremens. Si l'on employe des cailloux dans le corps de la maçonnerie faute de moëlon, on fera, comme il vient d'être dit, à chaque levée de dix-huit pouces, une chaîne ou recouvrement de deux briques de hauteur, qui garnira toute la ſurface du revêtement & des contreforts, & traverſera toute leur épaiſſeur. Le premier rang qu'on poſera enſuite en parement au deſſus de ladite chaîne, recommencera par trois briques & demie d'épaiſſeur, finiſſant toûjours par une demie.

Placage, et Gazonnage.

Placage. Le placage ſera fait de terre noire de jardin ou de labeur, non pierreuſe: il aura ſix pouces d'épaiſſeur, & non taluant de huit pouces par pied.

Gazon. Le gazon ſera coupé de biais en prez bien herbus & racineux, ou vieilles pâtures un peu humides, & non tourbeuſes, ni ſabloneuſes. On poſera de trois lits en trois lits une couche de faſcines, & chacun de ces lits ſera bien garni de terre ſur toute ſa hauteur, & bien battu à la dame, pour être lié parfaitement avec les terres du rempart.

Bois.

Bois. La charpente des ponts dormans, ponts-levis, & barriere, de même que celle des madriers des fondemens de toutes les principales parties des Bâtimens, ſera de bois de chêne bien ſain, coupé en bonne ſaiſon, & bien équarri à vive arête ſans aubier, non piqué, ni

ni échauffé, roulé, vermineux, ni trop nouveau, non plus que sur le retour, mais de bon âge, de droit fil, & de bon emploi.

IV.

CONSTRUCTION DES OUVRAGES.

Courtines.

Deblais des fondemens.

APrès que les alignemens auront été donnés & rectifiés par l'Ingenieur, qui aura la principale conduite des ouvrages, ils seront montrés aux Entreprenneurs qui feront faire aussi-tôt les déblais des revétemens de toute l'enceinte de la Place, sur quinze à seize pieds de profondeur au dessous du niveau des chemins couverts, & comprendront en même tems la moitié de la largeur des fossez, reservant l'autre pour être remblayée derriere les revêtemens, à mesure qu'ils s'éleveront. Ensuite de quoi seront approfondis les fondemens de trois pieds au dessous du fossé, & plus bas, s'il est nécessaire, pour trouver le fond solide, dont les terres, ainsi que celles qui proviendront des autres déblais, seront portées à la masse des remparts, où elles seront dressées par lit d'un pied de hauteur sur toute l'étenduë des alignemens, & dans l'ordre qu'il sera expliqué ci-près.

Madriers en fondement.

Pour prévenir les affaissemens que la transpiration des eaux de.... pourroit causer, on assûrera le fond des fondemens par un rang de madriers de bois de chêne de quatre à douze pouces de grosseur, qui sera posé sur le devant, & fera saillie d'un pouce au dehors du nud du mur. Que si quelque partie des fondemens se trouve tendre ou douteuse, on continuëra de mettre un rang de madriers sur le milieu & sur le derriere du revêtement. Enfin si le fond se trouve trop foible, on le fortifiera par un grillage de charpente composé de longrines & racineaux de bois de chêne, ou sapin rouge, de neuf à dix pouces de gros, assemblés à leur extrémité par entaille à queuë d'hironde, & tenus en raison par un rang de pilots-de-garde battus sur le devant au refus du mouton ; ce qui étant ainsi préparé, & les fondemens dressés à plomb par dehors & par dedans, & mis bien de niveau par devant avec six pouces de pente par derriere, on les remplira de bonne & solide maçonnerie construite des plus gros libages & moëlons qui se pourront trouver, lesquels seront bien garnis & posés en bain de mortier composé comme il est dit ci-devant, de sorte qu'il ne reste aucun vuide

Fondemens.

Digitized by Google

vuide dans le corps de la maçonnerie, & que pressant les pierres de la main & du marteau, le mortier souffle de toute part; ce qui doit être observé dans tout le composé de la maçonnerie, de même que les retraites sur le devant.

Soubassemens. Sur la seconde de ces retraites, & à trois pouces près de son bord exterieur, seront posées en parement, suivant le talud du revêtement, trois assises de pierre de taille de façon & qualité susdites, qui formeront un soubassement de trois pieds de hauteur, dont le sommet sera taillé en chanfrain de deux pouces, & bien garni par derriere au dessus du quel sera fait parement net de moëlon piqué, garni de grosse maçonnerie qui sera élevée jusqu'au dessus du cordon avec talud d'un sur six par devant, & à plomb par derriere; on observera de maçonner le parement de ce soubassement en mortier de ciment, & de jointoyer de même tout ce qui sera exposé aux flots de l'eau.

Contreforts. On établira en même tems les contreforts suivant l'Ordre de leur distribution, & on les fondera aussi bas que le revêtement, pour les élever ensuite à la hauteur du dessus du même cordon à plomb de deux côtés & avec ébrasement égal de part & d'autre d'après leur milieu, au surplus construits & maçonnés comme le corps des revêtemens, à l'exception des paremens qui seront assis de hazard & soumis seulement aux simples alignemens des cordeaux.

Cordon & revêtement des parapets. Le sommet de ces revêtemens sera terminé par un cordon de pierre de taille des façons & qualitez ci-devant énoncées, & sera surmonté d'un mur de brique de quatre pieds de haut & trois d'épaisseur, maçonné en bain de mortier ordinaire, qui servira de revêtement aux parapets; ce mur sera aussi terminé sur toute son épaisseur par une assise de briques posées en liaison alternative de quatre briques de cant, & d'autant de bout, avec pente de quatre pouces du derriere au devant, observant d'y faire un larmier débordant d'un pouce sur le fossé, & construit à petits joints en bonne liaison & avec mortier de ciment bien reciré à la truelle.

Angles de pierres de taille. Les angles d'épaule des petits flancs des courtines seront armés de pierres de taille conditionnées comme ci-dessus, & sur le milieu de chaque courtine sera fait une guérite aussi de pierre de taille suivant les plans & profils qui en ont été arrêtés, & ce qui en sera encore dit dans la suite.

A mesure que les revêtemens s'éleveront, on continuëra le déblais des terres du fossé, dont les plus douces seront choisies & mises à part sur le chemin couvert pour en former les parapets tant dudit chemin couvert, que des ouvrages de la Place, & le surplus sera

Digitized by Google

ſera porté à la maſſe des remparts derriere & joignant les revêtemens & contreforts, où elles ſeront rangées & battues avec dames du poids de vingt-cinq à trente livres, par lits de ſix pouces de hauteur ſur douze pieds de largeur, & dreſſées à chacun de ces lits en pente de ſix pouces ſur le derriere, tant pour ſoulager ces revêtemens du poids des terres, que pour empêcher la pénetration des eaux au pied des fondemens.

Le côté des terres, qui joindra la maçonnerie, relevera d'autant: & ſur chaque deux lits, faiſant enſemble un pied de hauteur, bien battus & bien dreſſés, comme il vient d'être dit, ſera poſé un rang de faſcines, & eſpacés brins à brins à deux doigts de diſtance l'un de l'autre, le gros bout appuyé contre le derriere du revêtement, ce qui ſera ainſi réïteré à chaque pied de hauteur juſqu'à l'entiere élevation des remparts; faiſant attention que ces remparts doivent être élevés de trois pieds plus que les revêtemens pour les raiſons qui ont été ſpécifiées, & que leur terre-plein doit être dreſſé en pente d'un pied & demi depuis la banquette juſqu'au talud interieur, ainſi que celle du terre-plein, ſera recouverte de la moins mauvaiſe terre qu'il ſe pourra trouver, & de la plus épierrée. *Terraſſement des Remparts.*

Les parapets & banquettes ſeront conſtruits dans le même ordre que les remparts, c'eſt-à-dire, que l'on obſervera ce qui a été dit au ſujet du battement des terres & de l'arrangement des faſcines; avec cette difference, qu'on n'y employera que des terres douces, choiſies & bien épierrées: que s'il ne s'en trouvoit pas ſuffiſamment de cette qualité, il en faudroit paſſer avec des clayes aſſez fines, pour qu'il n'y reſte aucun gravier, ni cailloutage. *Terraſſement des parapets & banquettes.*

On gazonnera le parement interieur de ce parapet avec les précautions dont il a été parlé, & le gros bout de la faſcine appuyera ſur la queuë du gazon. *Gazonnage des parapets.*

TOURS BASTIONNÉES.

Les Tours baſtionnées ſeront fondées avec les mêmes précautions que les courtines, & à la même profondeur, ſuppoſé que le fond s'y trouve vif & ſolide, auquel cas on ne changera rien à la diſpoſition qui a été marquée pour les fondemens du corps de la Place, excepté que les madriers ſeront redoublés au droit des angles, & retournés de douze pieds de chaque côté. Que ſi le fond ſe trouve tendre ou douteux, après l'avoir approfondi autant qu'on aura pû, on donnera ſix & douze pouces d'épaiſſeur aux madriers, & on en poſera ſur le milieu & ſur le derriere des fondemens, com- *Fondement des Tours.*

Digitized by Google

me sur le devant, sinon il faudra griller; & s'il y a encore plus de précaution à prendre, on couvrira la superficie de la grille d'un plancher de madriers de six pouces d'épaisseur.

Revêtemens. Au surplus, tout se fera comme il vient d'être dit pour la construction des courtines, & on observera tant les deux retraites dans les fondemens, que les trois assises de pierre de taille qui forment le soubassement & la retraite qui est au dessus. On fera aussi une retraite de trois pouces du côté des terres, & cela au niveau du dedans des Tours, qui sera élevée de six pieds au dessus du fond du fossé, à laquelle hauteur toute l'épaisseur du revêtement sera réduite à douze pieds un pouce; & ce revêtement continué extérieurement en même parement & même garniture, que celui des courtines, taluant toûjours d'un sur six, & à plomb par derriere. Le parement interieur qui formera le pied droit des voûtes, sera fait de brique sur un pied & demi d'épaisseur, & sera posé sur deux assises de pierre de taille qui regneront autour des faces, flancs, & gorges parallelement au plan du noyau.

Parapet. Le cordon qui terminera ce revêtement sera de qualité & façon susdites; & le parapet qui le surmontera sera entierement fait de maçonnerie de brique, dans laquelle seront pratiquées quatre embrasures, deux à chaque flanc aussi à parement de briques choisies, frottées l'une contre l'autre jusqu'à ce qu'elles soient bien droites, & posées ensuite de cant & debout en bonne liaison sur trois pieds d'épaisseur, tant par le fond que par les côtés; & ces embrasures seront réglées suivant les mesures de leurs plans & profils, avec leurs rempes & plongées; ce qui s'observera de même pour les embrasures du bas étage. Enfin, ledit parapet sera terminé par une assise de briques posées alternativement de cant & debout, faisant saillie d'un pouce sur le fossé, & maçonnées en bain de ciment composé comme il est dit.

Evens. Seront aussi construits à parement de brique les évens & cheminées nécessaires pour l'évaporation de la fumée, suivant qu'ils sont marqués sur le plan, c'est-à-dire, entre les embrasures du bas étage, & chacun de ces évens aura trois pieds de longueur sur neuf pouces de largeur par le bas, revenant à six pouces par le haut, où il débouchera dans l'épaisseur des parapets.

Banquettes. On a dit en son lieu quelles doivent être les dimensions des banquettes de ces pieces, on observera seulement qu'elles soient toutes de maçonnerie.

Angles & guerites. Les angles du parement exterieur seront tous armés de pierres de taille de façon & qualité susdites, & sur l'angle flanqué de chaque Tour

Digitized by Google

Tour sera faite une guerite aussi de pierre de taille, conformement à ce qui sera dit ci-après.

Le noyau sera fondé aussi bas que les autres parties de la Tour, & avec les mêmes précautions. Il sera élevé à parement brute jusqu'au niveau du rez-de-chaussée interieur de ladite Tour, & après que ses alignemens auront été dressés, & ses pans réduits à leur juste mesure, on fera parement net par deux assises de pierre de taille, qui regneront tout autour parallelement à l'interieur des flancs, faces, & gorges, de même qu'autour des côtés du Magazin à poudre, puis on élevera le surplus de la hauteur en grosse maçonnerie avec parement de brique d'un pied & demi d'épaisseur, & à plomb de quatre pieds & demi au dessus des fondemens, à laquelle hauteur la maçonnerie sera proprement arrasée & disposée pour commencer la naissance des voûtes. *Noyau.*

Les angles du noyau seront aussi de pierres de taille posées par assises retournées de deux en trois; on observera la même construction aux gorges des Tours qu'à leur noyau, c'est-à-dire, même parement, même garniture, même profondeur des fondemens, & même retraite. Au milieu de ces gorges & au niveau du rez-de-chaussée de ces Tours, sera fait une porte de huit pieds de largeur sur huit & demi de hauteur, dont les pieds droits & voussoirs seront de pierre de taille, ainsi que les seüils & arrieres-voussoirs. On aura attention d'y faire double feüilleure, & de pratiquer à chacun de ces côtés des creneaux plongeans & bien voyans dans lesdites Tours. Ce passage sera fermé par une porte de bois de chêne de quatre pouces d'épaisseur, garnie de ferrures & verroüils de force suffisante, & de deux bonnes ferrures; sera fait une pareille ouverture dans le milieu de cette gorge au niveau du rempart, avec une fermeture aussi de bois de chêne, garnie des ferrures nécessaires, le tout de force convenable. *Gorges.*

L'intervale qui se trouvera entre les noyaux des Tours & leurs faces, flancs, & gorges, sera voûté à plein-ceintre sur dix-huit pieds de largeur, & trois & demi d'épaisseur, le tout de brique, sur quoi sera élevé en chape avec moëlon & mortier de chaux & sable, la maçonnerie du couronnement des voûtes, dont la pente sera prolongée de part & d'autre pour donner de l'écoulement aux eaux; cette pente aboutira à un petit ruisseau qui sera formé le long des parapets à un pied & demi, puis les eaux s'écouleront dans le fossé par le moyen de quelques gargoüilles, qui les porteront à trois pieds au-delà du talud des revêtemens; on voûtera de même le Magasin à poudre sur toute sa largeur, & on y pratiquera les portes & évens nécessaires. *Voûtes.*

 Les

Digitized by Google

Chapes de Ciment. Les voûtes étant terminées, on les couvrira sur toute leur longueur & largeur d'une chape de ciment.

Terrassement des voûtes. L'ouvrage étant bien conditionné & exactement visité, on terrassera sur les voûtes, commençant par un lit de gros sable ou de gravier, si on en a, ou de menuës recoupes de pierres de cinq à six pouces d'épaisseur, étendu & posé également sur toute la superficie de la chape, & continuant par un lit de terre douce d'un pied d'épais, qu'on battra bien à la dame, & qu'on rechargera de même terre lit par lit jusqu'à l'entier terrassement qui sera élevé au moins de trois pieds au dessus de l'arête ou sommet des chapes.

Poternes de sortie. Les pieds droits, ou côtés des poternes de sortie joignant les flancs des Tours, seront fondés avec les mêmes précautions & solidité qu'il a été dit ci-devant, & seront élevés à plomb au dessus de leurs fondemens en grosse maçonnerie, avec parement de brique d'un pied & demi d'épaisseur du côté de la galerie seulement.

Pierrées. On adossera l'exterieur de ces pieds droits; de pierres ou petits murs secs de deux pieds d'épaisseur, qui seront faits avec blocailles arrangées proprement à la main sans mortier, & arrasées à chaque levée de goises ou gros gravier pour en remplir les joints. Ces murs seront élevés jusqu'à deux pieds près de la superficie du terre-plein des remparts, & ces deux pieds seront continuées en maçonnerie de chaux & sable jusqu'à la rencontre de la chape de ciment, qu'il faudra prolonger sur toute leur épaisseur, afin que la transpiration & humidité ne se fassent point sentir dans les gros murs. Il faudra fonder ces pierrées un pied ou deux plus bas que l'aire des souterrains, & on aura soin d'y pratiquer des conduits proprement moussés pour faciliter l'égout des eaux. On fera aussi de pareilles pierrées aux passages de l'entrée des Tours, & à ceux des portes, poternes, flancs bas, souterrains, & generalement à tous les autres murs qui soutiendront des terres, quand même ils seroient couverts, afin que les eaux s'y rassemblent, & qu'elles ne penetrent point dans les souterrains.

Voûtes des poternes. La voûte, qui portera sur les pieds droits de ces poternes, sera construite en plein-ceintre de deux pieds d'épaisseur seulement, & le surplus sera de grosse maçonnerie, & élevée en demi cape contre la gorge de la Tour, recouvrant le mur sec, & recouvert ensuite d'une chape de ciment.

Il sera érigé dans le souterrain deux portes de pierre de taille de quatre pieds & demi de largeur chacune, sur sept de hauteur sous clef, observant de faire dans les pieds droits les feüilleures nécessaires pour y appliquer les fermetures.

Les

Digitized by Google

Les murs du passage de l'entrée des Tours, aussi-bien que leur ébrasement exterieur, seront construits dans le même ordre que les poternes, & leur voûte faite en plein-ceintre de trois pieds d'épaisseur de brique, surmontés d'une petite chape de maçonnerie & d'une autre de ciment. Les pieds droits de la porte auront chacun dix-huit pouces de tableau, & trois pieds de coinçon, ce qui fera quatre pieds six pouces d'épaisseur de mur au dessus des fondemens; cette porte sera voûtée à plein-ceintre, & aura son arriere-voussoir par derriere, & un seüil de pierre de taille d'un pied d'épaisseur, & de la longueur des tableaux. A l'égard des embrasemens, ils seront terminés par une assise de briques posées de cant & debout en bain de ciment, qui formera une tablette ou larmier débordant d'un pouce sur le devant. *Passage de l'entrée des Tours.*

Toutes les portes de menuiserie, tant des Tours que de leurs passages & poternes, seront de bon bois de chêne bien sec, de deux pouces d'épaisseur pour les petites portes, & de quatre pouces pour les grandes d'assemblage, redoublées avec gonds & fortes pentures à queuë d'hironde, bien attachées aux portes avec un clou rivé au collet, plusieurs autres clous limés à tête ronde le long des branches, & trois aux extrémités des queuës d'hironde traversant toute l'épaisseur du bois, à pointe rabattuë & contre-cognée, le tout de force suffisante, ainsi que les serrures & autres ferrures. *Portes de menuiserie.*

On fondera les escaliers qui seront joignans l'entrée des Tours, sur un massif de maçonnerie de vingt & un pieds de long, & six & demi de largeur. Toutes les marches seront de pierre de taille, ainsi que les encognures du mur d'apui, qui sera recouvert d'une tablette aussi de pierres de taille de six pouces d'épaisseur, & deux pieds deux pouces de largeur, bien jointes & bien cramponées avec crampons de fer coulés en plomb, & proprement enchassés de leur épaisseur dans ladite tablette. *Escaliers.*

Le rez-de-chaussée des Tours, aussi-bien que celui de tous leurs passages, poternes, & sorties, sera pavé de briques choisies, dressées l'une contre l'autre, & posées de cant en bain de mortier de chaux & sable fin, & bien de niveau: quant aux Tours qui serviront de Magazin à poudre, on y fera un plancher de poutrelles de huit à neuf pouces de gros, recouvert de madriers de chêne de deux pouces d'épaisseur, bien chevillés sur les poutrelles, & proprement joints & assemblés, sur lesquels seront ensuite chevillés les chantiers destinés à porter les barils. *Pavé des Tours, & plancher.*

Digitized by Google

GRANDES PORTES, PASSAGES, ET CORPS DE GARDE DES ENTRE'ES PRINCIPALES.

Fondemens des soubassemens. Les façades exterieures des quatre grandes portes d'architecture, de même que les murs de leurs passages, seront fondés en même tems que les revêtemens du corps de la Place, & avec les mêmes précautions. Chaque façade aura neuf toises & demie de longueur en fondemens, sur quatorze & demie de largeur, & aprés avoir été élevée à plomb devant & derriere en grosse maçonnerie, avec des retraites pareilles à celles des courtines, elle sera arrasée bien de niveau d'après le fond du fossé; sur lequel arrasement sera érigé en pierre de taille lisse & mortier de ciment, le soubassement de la façade avec le corps & arriere-corps figurés sur le plan, & avec talud jusqu'au rez-de-chaussée de la Place, où il sera terminé par un cordon de pierre de taille de dix pouces de hauteur, & de cinq de saillie.

Cage de la bascule. On observera, en construisant ce soubassement, de ne lui donner qu'un pied & demi d'épaisseur par le haut à l'endroit du basculage, afin que rien ne gêne le mouvement de la bascule, dont la cage aura douze pieds & demi de largeur sur treize de profondeur, & sera revêtuë du côté des terres en grosse maçonnerie d'un mur de trois pieds & demi d'épaisseur au dessus de ses fondemens, & réduits à deux pieds & demi par le haut. On observera encore, pour descendre dans ladite cage, de pratiquer dans un de ses côtés un petit escalier voûté, de deux pieds & demi de largeur; & de donner un peu de pente au fond de la cage avec une gargoüille pour écouler les eaux qui pourroient y séjourner.

Façades des portes. Au dessus du cordon du soubassement, seront erigées les façades des portes suivant les dimensions qui ont été marquées ci-dessus: elles seront decorées de quatre pilastres d'architecture dans les proportions de l'Ordre Toscan, avec tous les refends, socles, bases, impostes, chapiteaux, architraves, frises, corniches, frontons, & autres accompagnemens dudit Ordre; seront de plus sculptées les Armes du Roi dans l'arcade au dessus de la porte, & la Devise de Sa Majesté dans le fronton, le tout taillé-lisse, posé en mortier de ciment, bien appareillé, & proprement mis en œuvre; observant de plus que tous les joints soient d'équerre sur dix-huit pouces de long, que les carreaux soient mêlés d'un tiers de boutisses de deux pieds de queuë, & que les arrieres-corps, écoinçons, & generalement toute la decoration, soient absolument conformes aux plans

&

Digitized by Google

& aux profils. Les arriere-vouſſures ſeront auſſi toutes de pierre de taille, de même que le derriere des gros murs des portes, & les retours du haut & du bas des façades.

Paſſage des entrées. Les fondemens des murs qui formeront le paſſage de ces portes ſeront élevés juſqu'au niveau de ce paſſage; puis, après avoir fait trois pouces de retraites de chaque côté, on poſera du côté du paſſage deux aſſiſes de pierres de taille liſſe d'un pied de hauteur chacune, & mêlés d'un tiers de boutiſſes d'un pied & demi de longueur ou environ: ſur ces aſſiſes on fera une autre retraite de deux pouces, pour élever enſuite à plomb les murs en parement de brique d'un pied & demi d'épaiſſeur, & le ſurplus du côté des terres en moëlon, caillou, & brique juſqu'à cinq pied de hauteur, où la maçonnerie ſera arraſée bien de niveau pour recevoir un impoſte de pierre de taille de huit pouces de haut, ſur lequel commencera la naiſſance des voûtes. Les contreforts de ces murs ſeront fondés à même profondeur, & conſtruits de groſſe maçonnerie; les doſſerets, ou arcs doubleaux, ſeront auſſi de pierre de taille, & auront deux pieds de largeur ſur deux de ſaillie; ceux, dans leſquels ſe trouvera le paſſage des orgues, auront quatre pieds dix pouces de largeur, y compris les feüillures qui auront dix pouces d'ouverture, & autant d'enfoncement, & ceux du milieu du paſſage n'auront que quatre pieds. Ils ſeront tous eſpacés à neuf pieds & demi de diſtance les uns contre les autres, & les aſſiſes, dont ils ſeront compoſés, feront parpin entre deux une, obſervant que celles qui ne le feront point ſoient de deux pieces ſeulement, & non plus; ce qui ſe continuëra juſqu'à la fermeture des arcades. *Doſſerets.*

On fera une pierrée à chaque côté de ces murs, puis on commencera la naiſſance des voûtes au deſſus de l'impoſte. Ces voûtes ſeront conſtruites de brique ſur deux pieds d'épaiſſeur, à petits joints ſur le devant, & groſſiſſant inſenſiblement ſur le derriere, ſuivant la coupe de leur ceintre, puis ſeront recouvertes d'une chape de ciment d'un pouce d'épaiſſeur; mais cela, aux endroits ſeulement où elles ne ſeront point couvertes par les bâtimens.

Veſtibules & corps de garde. Les veſtibules & corps de garde de ces paſſages ſeront fondés & élevés avec la même attention, & ſeront parfaitement conformes aux meſures & décorations de leurs plans & profils.

Bornes & pavé. A droite & à gauche de ce paſſage ſera poſé des bornes de pierre de taille pour empêcher que les moyeux des rouës des voitures n'offenſent les doſſerets & pieds droits des voûtes, & chacune de ces bornes aura cinq pieds & demi de hauteur, dont deux pieds & demi ſeront enterrés & ſcellés dans un petit maſſif de maçonnerie, dix-huit pouces

pouces de diametre au niveau du pavé, & onze à douze à la tête; seront toutes aussi arondies & piquées proprement à leur place.

Pavé. Le rez-de-chaussée, tant du passage que des corps de gardes & vestibules, sera pavé avec cailloux posés dans une forme de sable conditionnée comme il sera dit ci-après.

Escaliers & latrines. Les escaliers pour monter sur le rempart, seront construits de la même maniere que ceux des Tours bastionnées, avec cette difference qu'on pratiquera sous chacun de ceux-ci une latrine, dans laquelle tomberont par un égoût les eaux de la Ville, pour ensuite dégorger dans le fossé. Les murs d'enceinte de ces latrines, de même que celui du retour de leur entrée, n'aura qu'un pied & demi d'épaisseur. Les fermetures, orgues, bascules, seront construites suivant leurs desseins particuliers.

Logement au dessus.

Mur de face & de refend. Les murs de face & de refend, tant du logement au dessus des vestibules & corps de garde, que de la chambre des orgues, seront construits de brique, crépis proprement par dehors, enduits & blanchis par dedans, & garnis de pierre de taille dans leurs angles. Les pieds droits des jambages, portes, croisées de leurs seüils, appuis, & fermetures seront aussi de pierres de taille proprement apareillées.

Cheminées. Les cheminées seront construites de brique sur six pouces d'épaisseur, elles seront enfoncées de trois pouces dans l'épaisseur des murs de refend & pignon, élevées de trois pieds au dessus du comble, & crépies & enduites des deux côtés avec plinte de brique au niveau du faîtage, & un autre à trois pieds plus haut à l'endroit de la fermeture. Les tuyaux de ces cheminées auront trois pieds de longueur dans œuvre, & dix pouces de largeur.

Croisées de menuiserie. Les croisées seront faites de bois de chêne bien sec, leurs chassis dormans auront deux pouces d'épaisseur, leurs chassis à verre un pouce & demi, & les volets un pouce, le tout bien assemblé à raînure & abouëment. Seront de plus garnies de toutes leurs ferrures, sçavoir seize gonds, seize fiches à charniere, seize targettes ovales, & seize crampons, le tout proprement limé, & mis en œuvre, les vîtres seront de verre blanc, & mises en plomb de force suffisante, puis arrêtées avec trois vergettes bien soudées à chaque panneau.

Portes de menuiserie. Les portes communes seront faites des hauteurs & largeurs des bayes avec bois de chêne bien sec, d'un pouce & demi d'épaisseur, assemblées

Digitized by Google

aſſemblées à raînure, collées & emboëtées par les deux bouts de ſix pouces de hauteur ; ſeront auſſi garnies des gonds en pierre d'un pied de long ſur un pouce & demi en quarré, bien ſcellés & coulés en plomb, avec penture à queuë d'hironde de deux pouces de largeur, ſur deux pieds & demi de longueur, attachée auſdites portes avec un clou rivé au collet, le tout bruni & bien limé, de même que la ſerrure qui ſera à tour & demi avec deux verroüils garnis de leurs gâches & de la boule pour les tirer.

Charpente & plancher. La partie du plancher dudit bâtiment, qui ſe trouvera au deſſus du veſtibule, portera ſur de petites lambourdes qui ſeront poſées au deſſus de la voûte, & l'autre partie ſe trouvant ſur les corps de garde qui ne ſont point voûtés, portera ſur des ſolives ſoutenues par des poutres qui auront treize à quinze pouces de gros, & les ſolives ſept à cinq ; les unes & les autres ſeront des longueurs & qualités requiſes, & d'un bon bois de chêne bien équarri à vive arête & ſans aubier. Les arbalêtriers du comble, ſes jambes de force, entraits, poinçons, blochets, & plattes formes ſeront de même bois, le ſurplus de l'aſſemblage ſera de bois de ſapin, & des longueurs & groſſeurs dont il ſera donné un détail ci-après. Les planchers ſeront auſſi de ſapin, bien dreſſés & bien blanchis, à l'exception de ceux qu'on pavera de brique.

Couverture. La couverture de ces bâtimens ſera faite double, & de tuiles bien cuites du moule ordinaire du pays, poſées ſur un latis de ſapin bien attaché aux chevrons, & de quatre pouces de pureau. Les égoûts y ſeront redoublés, & les faîtieres & arêtieres recouvertes de tuiles creuſes, poſées en mortier de chaux & ſable.

POTERNES DE SORTIE, SOUTERRAINS, ET AQUEDUCS.

Poternes & ſouterrains. On fondera les pieds droits des poternes de ſortie & des ſouterrains ou flancs bas, ſur un bon & vif fond avec groſſe maçonnerie de même que les eſcaliers pour y deſcendre, puis toute retraite faite, on les élevera en parement de brique d'un pied & demi d'épaiſſeur du côté de leur paſſage, & le ſurplus en maçonnerie brute, de même que les contreforts, obſervant d'y pratiquer tous les évens & cheminées qui ſont marqués ſur le plan. Les voûtes ſeront auſſi conſtruites avec briques choiſies ſur trois pieds d'épaiſſeur, puis ſeront recouvertes d'une chape de ciment.

Portes. Les portes des entrées ſeront de pierre de taille toute ſimple & ſans aucune façon, que celle des feüillures, où ſeront appliquées des portes de bois de chêne à deux ventaux de quatre pouces d'épaiſ-

Digitized by Google

paiſſeur, garnies de quatre gonds, quatre pentures, deux verroüils, & deux ſerrures de force ſuffiſante.

Aqueducs. Les maſſifs, qui porteront les aqueducs, ſeront fondés ſur bon & vif fond de ſept pieds de largeur, & les pieds droits ſeront revêtus par dedans de deux aſſiſes de pierres de taille, d'un pied de hauteur chacune, poſées & garnies en ciment, & bien cramponnées avec crampons de fer coulés en plomb. Le fond de ces aqueducs ſera pavé de pierres de taille à joints recouverts, auſſi poſées en ciment ſuivant ſa pente, puis ſera ſurmonté d'une voûte de brique de deux pieds d'épaiſſeur terminée pardeſſus en talud, & dont les joints ſeront bien recirés avant que d'être recouverts de terre ; on aura ſoin de griller l'entrée de ces aqueducs du côté de la Place, & leur ſortie du côté du foſſé, laquelle ſortie ſera réduite à dix pouces de largeur ſur un pied de hauteur, avec une gargoüille de pierre de taille, qui portera les eaux au de-là du talud du revêtement.

CONTREGARDES, DEMI-LUNES, TENAILLES, ET OUVRAGE A CORNE.

Revêtemens. Les revêtemens des contregardes, demi-lunes, tenailles, & ouvrage à corne, ſeront fondés auſſi bas que ceux du corps de la Place, & avec mêmes materiaux & mêmes précautions, puis ſeront élevés comme les courtines, en parement de moëlon piqué, poſé ſur deux aſſiſes de pierres de taille ſeulement avec retraite de deux pouces par devant, & talud d'un ſixiéme de leur hauteur. Le derriere de ce parement ſera élevé à plomb & conſtruit de groſſe maçonnerie compoſée comme il eſt dit ci-devant. Puis à la hauteur qui a été ſpécifiée en ſon lieu, la maçonnerie ſera arraſée & terminée par une aſſiſe de briques poſées de cant & debout, en bonne liaiſon & bain de mortier fin. On armera les angles de groſſes pierres de taille des meſures & qualités ſuſdites, & on obſervera de pratiquer dans les gorges les rempes & eſcaliers déſignés dans le plan, de même que l'exacte diſtribution des contreforts qui ſeront auſſi de groſſe maçonnerie.

Terraſſement. Les terres des foſſez de ces pieces ſeront portées à la maſſe de leurs remparts & parapets, & employées à les terraſſer ; ce qui ſe fera par lits battus d'un pied de hauteur, & faſcinés dans le même ordre qu'il a été dit pour le corps de la Place.

Berme. A la hauteur du ſommet du revêtement des faces & flancs des ouvrages, & depuis le bord exterieur dudit ſommet, ſera faite une berme de dix pieds de largeur aux contregardes, d'un pied & demi

aux

Digitized by Google

aux tenailles, & de dix aux demi-lunes & à l'ouvrage à corne : le long de laquelle sera continuée l'élevation des remparts & parapets en gazonnage, ou placage seulement, observant de mettre à part toutes les meilleures terres qui ont été portées dans ces pieces pour être ensuite passées à la claye, & employées tant à la construction des parapets, qu'à recouvrir d'un pied & demi de hauteur toutes les superficies des terre-plein & talud des remparts, qui seront, ainsi que les banquettes, bien battus, bien dressés, & arrasés suivant leur niveau & alignement.

On plantera sur ces bermes, à l'exception toutefois de celles des tenailles, une haye vive d'épine blanche, conditionnée comme il a été dit ailleurs. *Haye vive.*

Les poternes de communication des contregardes aux tenailles seront construites dans le même Ordre que celles des courtines, n'y ayant de difference que dans leurs dimensions, qui ont déja été expliquées dans leur article. *Poternes des contregardes.*

Il sera fait au passage des quatre demi-lunes, qui sont aux entrées principales de la Place, des portes d'architecture des dimensions & qualités énoncées ci-dessus; & ces portes seront ornées de deux pilastres érigés suivant les proportions de l'Ordre Toscan avec leurs socles, bases, chapiteaux, architraves, frises, & corniches, puis seront terminées par un fronton dans lequel seront sculptées les Armes du Roi, & sur lequel seront posées trois boules à feu, montées sur leurs pieds d'estaux, garnies de leurs flames, & scellées avec goujon de fer d'un pied de long, coulé en plomb. L'une de ces boules sera mise sur le milieu du timpan, & les deux autres sur les pilastres. Le soubassement sera de pierre de taille depuis le dessus de ses fondemens jusqu'au dessous du pont-levis, ainsi que tout le composé desdites portes. L'on y observera tous les corps & arrieres-corps marqués au dessein, de même que les basculages & autres assortimens. *Portes d'architecture.*

Les fondemens des profils du passage, ainsi que leurs contreforts, seront assis sur bon & vif fond, & construits de grosse maçonnerie; & après avoir fait les retraites ordinaires au niveau de ce passage, on commencera l'élevation des murs par deux assises de pierres de taille d'un pied de hauteur chacune, que l'on continuëra ensuite à plomb de deux côtés, & en parement de brique d'un pied & demi d'épaisseur du côté du passage; le surplus en grosse maçonnerie jusqu'à la hauteur du rempart, au dessus duquel la maçonnerie des parties excedentes sera faite de brique sur toute son épaisseur. Sur quoi on observera d'arraser bien de niveau, dès le bas, ladite ma- *Profils du passage.*

Digitized by Google

çonnerie à chaque pied & demi de hauteur, & d'y mettre des traverses de brique pour faire plus de liaison; après quoi on la terminera à la hauteur du rempart par une assise aussi de briques posées de cant & debout en bain de ciment.

Reduits dans les Demi-lunes.

Reduits.

La construction des reduits sera conforme en toutes choses à ce qui a été dit pour celle du corps de la Place; on y observera mêmes angles, mêmes soubassemens, mêmes paremens, cordon, garniture, & terrassemens, avec les portes, passages, rempes, escaliers, & generalement tout ce qui est exprimé dans leurs plans & profils.

Revetement des Fossez.

Revêtement des Fossez.

La maçonnerie des revêtemens des fossez sera semblable à celle des gros revêtemens, & terminée au sommet par une assise de briques choisies, posées de cant & debout en bain de ciment avec un pouce de saillie sur le fossé, & un pouce & demi de pente par dessus vers le même côté. Les angles saillans seront arondis, & les rentrans garnis de pierre de taille sur deux ou trois pieds de part & d'autre; observant de pratiquer des montées & des descentes de trois pieds & demi de largeur en rempe d'escaliers, dont les marches seront aussi de pierres de taille, & d'une seule piece, & auront huit pouces de hauteur sur dix de giron, posées & jointoyées en mortier de ciment. On aura attention d'augmenter de deux pieds d'épaisseur de ces revêtemens à l'endroit des escaliers.

Chemin couvert, et Glacis.

Chemin couvert.

Le parapet des chemins couverts sera revêtu, comme il a été dit, jusqu'à un pied & demi près de son sommet; ce revêtement sera fondé deux pieds plus bas que le dessus de la banquette, & établi sur deux rangs de madriers de quatre à douze pouces de gros, au dessus desquels il sera élevé à plomb jusqu'au niveau de la banquette, puis suivant le talud du gazon jusqu'à la hauteur de trois pieds & à plomb par derriere, le tout en grosse maçonnerie.

Glacis.

Le surplus de la hauteur sera gazonné jusqu'au sommet, & fasciné à l'ordinaire, observant d'y employer trois pieds de hauteur de terre douce qu'il faudra étendre jusqu'à cinq toises de la palissade, & bien épierrée, de même que toute la surface du glacis

Digitized by Google

cis qu'on aura ſoin de bien unir, & de dreſſer parfaitement ſuivant ſa pente.

On élevera l'interieur du parapet des traverſes à même hauteur que celui du chemin couvert, & avec pente d'un pied ou un pied & demi du côté de la Place; on le revêtira de maçonnerie comme celui du chemin couvert, ou de gazonnage ſeulement, & l'exterieur de placage, obſervant auſſi de mettre trois pieds de terre douce ſur toute la ſurface ſuperieure de la traverſe, & de la battre par lits de ſix pouces, & faſciner de pied en pied. Leurs profils, tant du côté du foſſé, que de celui de leur paſſage de communication, ſeront revêtus ſur toute leur hauteur, & leur ſommet terminé par une aſſiſe de briques poſées de cant & debout en mortier de ciment. Les paſſages de ces traverſes auront chacun quatre pieds & demi de largeur priſe dans l'épaiſſeur du glacis, & une toiſe de retour pour ſe couvrir des enfilades. Les banquettes ſeront ſemblables à celles des chemins couverts. *Traverſes.*

On revêtira auſſi à même hauteur que celle des revêtemens des chemins couverts, tous les profils des ſorties & paſſages des barrieres. A l'égard de ceux qui ſe trouveront vis-à-vis les entrées des quatre grandes portes de la Place, on les revêtira d'un mur de brique de deux pieds neuf pouces d'épaiſſeur du côté du chemin couvert, & de deux pieds trois pouces à ſon autre extremité du côté du glacis, avec talud & retraite en ſaillie de trois pouces pour les fondemens. Ce mur ſera élevé à la hauteur du glacis dont il ſuivra la pente & ſon ſommet terminé par une aſſiſe de briques poſées de cant & debout en bain de ciment. *Profils des paſſages des barrieres.*

Les paliſſades du chemin couvert des traverſes ſeront faites de bois de chêne, & auront huit pieds de hauteur ſur dix-huit à vingt pouces de tour, on les eſpacera de deux doigts marqués ſur leur litteau, l'une de l'autre, après les avoir bien appointées. *Paliſſades.*

Pour fermer les paſſages & ſorties du chemin couvert, ſera fait des barrieres de la longueur des paſſages, à deux ventaux tournans ſur pivots, arrêtés par le haut avec des collets & aſſemblés par des traverſes & contre-fiches. Ces barrieres ſeront entretenuës par des poteaux de dix à onze pouces de gros, & neuf pieds & demi de longueur, ayant la pointe à même hauteur que celle des paliſſades, tenus en raiſon chacun par un patin de ſept pieds de long, & ſept à huit pouces de gros, & aſſemblés par deux ſeüils de la longeur des bayes, & de neuf à dix pouces de groſſeur, dont l'un ſera enterré de deux à trois pieds, & l'autre poſé au niveau du paſſage; le tout de bois de chêne conditionné comme il eſt dit en ſon lieu, & garni de ſes ferrures & ſerrures de force convenable. *Grandes barrieres.*

 Il

Digitized by Google

Petites barrieres. Il sera aussi posé de petites barrieres à un seul ventail de quatre pieds & demi de largeur à l'entrée des passages de chaque traverse, & seront des mêmes hauteurs, bois, assemblages, & ferrures, que les précedens, à l'exception des poteaux qui n'auront que neuf à dix pouces de grosseur.

Ponts de la Place.

Ponts-dormans des entrées principales. Les ponts dormans des entrées principales de la Place, tant sur le grand fossé, que sur celui des demi-lunes & reduits, porteront sur des fermes espacées à douze pieds de distance l'une de l'autre de milieu en milieu, & chacune de ces fermes sur une pile de maçonnerie de pierre de taille d'un pied de hauteur & d'un & demi de largeur, qui saillira hors du nud des seüils, & sera érigé au dessus d'un massif de grosse maçonnerie fondé sur des madriers de chêne.

Ces fermes seront composées de cinq poteaux, chacun de douze à quatorze pouces de grosseur, dont un sera posé dans le milieu & à plomb, & deux autres de chaque côté en talud avec des contre-fiches & liens de neuf à dix pouces, le tout assemblé à tenons & mortoises avec renfort dans le seüil & dans le chapeau.

On posera sur chaque travée cinq poutrelles de treize pieds de longueur chacune, & de douze à treize pouces de grosseur, qu'on aura soin d'espacer également sur quinze pieds de largeur qui sera celle de ces ponts, puis on les couvrira en travers d'un couchis de madriers de chêne de seize pieds de longueur & de quatre pouces d'épaisseur seulement, sur le milieu desquels sera fait en redoublement d'autres madriers de même bois de dix pieds de longueur, & de trois pouces d'épaisseur, pour garantir le premier plancher de l'effort & frottement des voitures.

Les poteaux des appuis seront ensuite dressés sur les chapeaux, & auront chacun six pieds de long, & sept à huit pouces de gros; ils seront garnis de leurs liens pendans, appuis, sous-appuis, potelets, & croix de saint André. Les liens pendans auront chacun six pieds de longueur sur six à douze de grosseur; les appuis & sous-appuis chacun douze pieds de long, & six à six de gros; les poetlets chacun trois pieds de long sur cinq à six de gros, & les croix de saint André six pieds de long sur cinq à six de gros. Si l'on pavoit ces ponts, le garde pavé aura neuf à neuf pouces d'épaisseur sur toute la longueur des ponts.

Ponts-levis. Les ponts-levis seront faits de longueur & ouverture des portes de la Place, & seront assortis de leurs fléches, bascules, chassis, entre-

Digitized by Google

entre-toises, chaînes, serrures, & ferrures nécessaires, le tout bien arrêté & attaché avec boulons, vis, & écrou proprement enchassés & mis en œuvre conformement aux desseins qui en seront donnés. Observant en general de donner vingt-sept pieds de longueur aux fleches sur douze & quatorze pouces de grosseur par le gros bout, & neuf à dix par le petit; reglant au surplus leurs assemblages selon les calibres nécessaires pour lever le marche-pied de ces ponts, dont il n'y doit avoir que le chassis de bois de chêne, & le reste de bois de sapin pour être plus leger & plus facile à lever & à mouvoir.

Ponts de communication des contregardes aux tenailles.

Les ponts de communication des contregardes aux tenailles seront plus legers que les précedens, & consisteront seulement en trois fermes espacées à dix pieds neuf pouces de distance les unes des autres de milieu en milieu, dont chacune sera composée d'un seüil, d'un chapeau, de deux montans, & des liens nécessaires. Les seüils auront dix pieds onze pouces de long sur sept à huit pouces de gros; les poteaux sept pieds cinq pouces de longueur entre seüil & chapeau, sur sept à sept de grosseur; les chapeaux six pieds trois pouces de long sur sept à sept; les liens trois pieds sur six à six; les poutrelles vingt-quatre pieds & demi sur six à sept, & les madriers du plancher quatre pouces d'épaisseur. Lesdites fermes seront aussi posées sur un massif de maçonnerie, & le pont-levis sera de la grandeur de l'ouverture de la porte du souterrain avec des grosseurs proportionnées.

GUERITES.

Guerites de pierre de taille.

Les guerites de pierre de taille se feront à chaque angle flanqué des Tours bastionnées, de même qu'au milieu de chaque courtine, seront de figure pentagonale, & auront quatre pieds & demi de diametre dans œuvre, & huit pouces d'épaisseur de parpin. On pratiquera à leur entrée une porte de deux pieds de largeur sur six de hauteur, & à chacune de leurs faces un petit creneau de deux pieds de hauteur & de six pouces de largeur dans le milieu de son épaisseur, faisant dedans & dehors un ébrasement de trois pouces de chaque côté de ce creneau. On observera d'ailleurs tous les panneaux, bossages, cordons, & ornemens qui sont marqués dans le dessein. Ces guerites seront posées sur un cul de lampe aussi de pierres de taille, dans la face duquel seront proprement sculptées les Armes du Roy, puis elles seront surmontées d'une voute en dôme taillées & posées à joints recouverts par assises égales, bien travaillées & mises en mortier de ciment. Au dessus du dôme sera élevée une fleur

Digitized by Google

fleur de lys de même pierre, arrêtée sur son pied d'estal avec un goujon de fer d'un pied de longueur, bien scellée en plomb.

Passage des Guerites, On communiquera à ces guerites par un passage de deux pieds & demi à trois pieds de largeur, revêtu de chaque côté d'un mur de brique d'un pied & demi d'épaisseur qui profilera les parapets & banquettes.

Guerites de bois, Toutes les autres guerites, tant des contregardes que des demi-lunes, ouvrages à corne, & autres de la Place, où il en sera besoin, seront de charpente de bois de chêne, & auront deux pieds & demi de largeur en quarré dans œuvre, sur cinq pieds huit pouces de hauteur, non comprise sa couverture. Les bois des montans & entre-toises auront six pouces de gros, & le chassis d'en bas sept à huit. Elles seront recouvertes, par les flancs & par le dessus, de planches de sapin bien attachées, & seront percées de crenaux par les côtés.

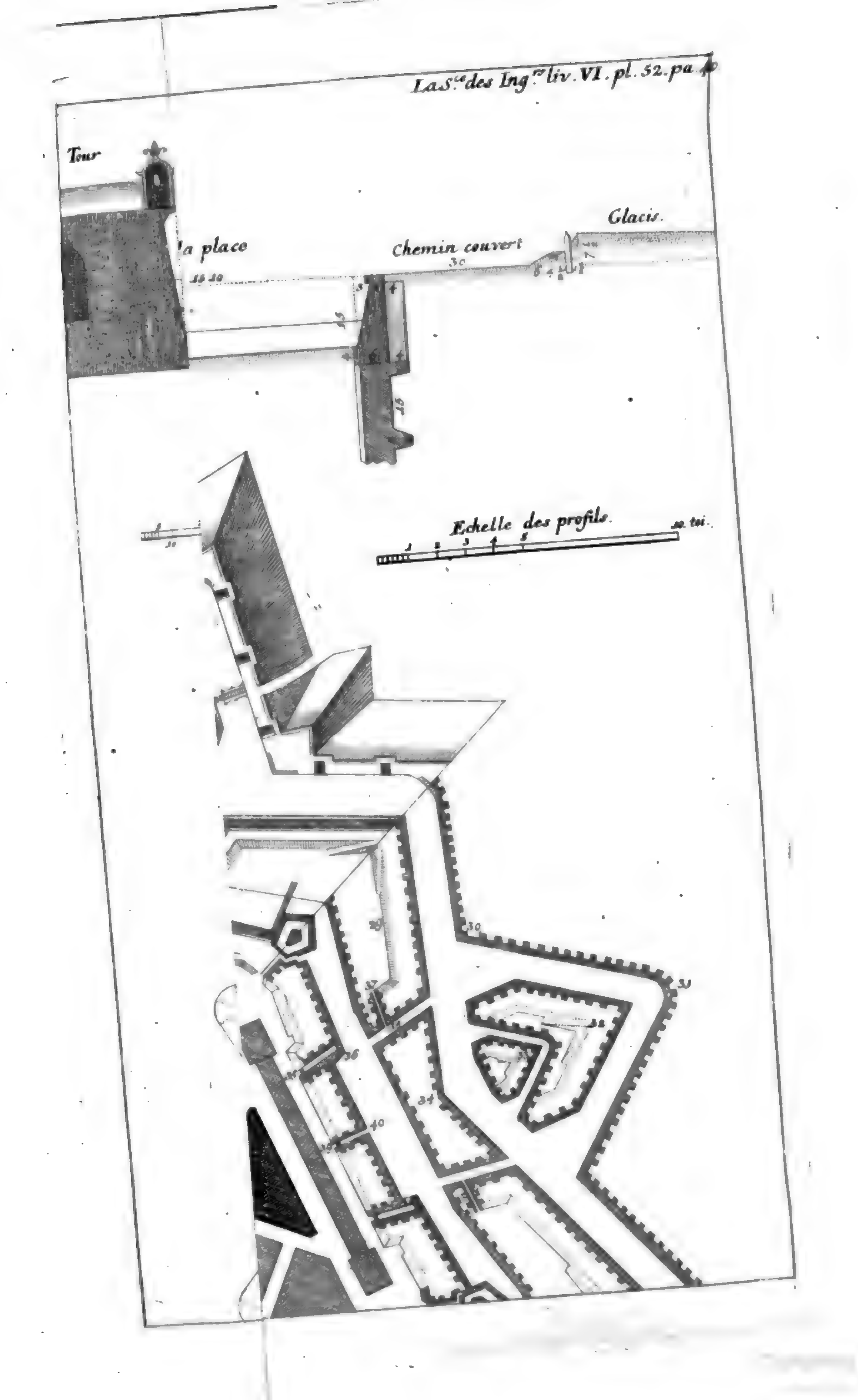
PUITS.

Puits. Les puits de la Place seront approfondis jusqu'à ce qu'il y ait quatre à cinq pieds d'eau vive, & plus, s'il est possible, après quoi on placera dans le fond un roüet de bois de chêne de quatre à douze pouces de grosseur, & de quatre pieds de diametre dans œuvre, sur lequel seront posés quatre assises de pierres de taille l'un sur l'autre, d'un pied de hauteur chacune, faisant parpin de dix-huit pouces d'épaisseur, taillées dedans & dehors, posées en ciment & bien cramponées avec crampons de fer coulés en plomb. Le surplus sera élevé en maçonnerie de brique ou de moëlon, faite avec un mortier de chaux & sable jusqu'à trois pouces près de la hauteur du rez-de-chaussée de la Place, puis sera surmonté de trois autres assises aussi de pierre de taille d'un pied de hauteur chacune, faisant parpin & proprement taillées dedans & dehors, la derniere desquelles servira de margelle, & ces trois assises seront posées en ciment, & cramponées comme il vient d'être dit; au surplus, les puits seront garnis de leurs chaînes, poulies, seaux, & assemblage de charpente nécessaire, tant pour le suport des poulies, que pour la couverture, s'il en est besoin.

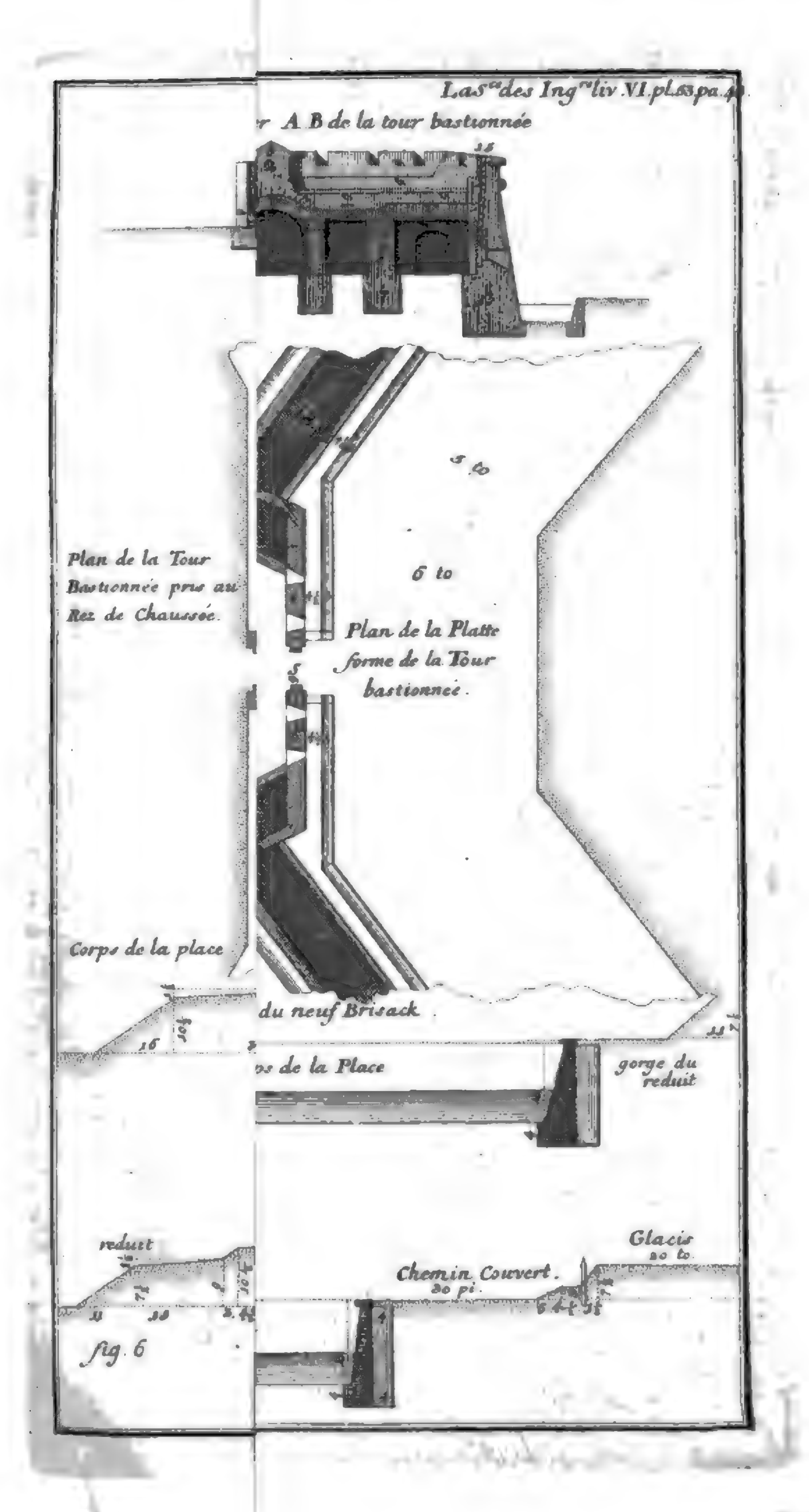
PAVE' DE LA PLACE.

Pavé. Le pavé de la grande Place sera construit de plus gros cailloux que l'on pourra trouver, & sera conduit régulierement sur une pente égale pour faciliter l'écoulement des eaux; on élevera pour cet

Digitized by Google


Tour
la place
Chemin couvert
Glacis.
Echelle des profils.
10 toi.

Digitized by Google



Las.ce des Ingrs liv VI. pl.63 pa.40
r A B de la tour bastionnée
Plan de la Tour Bastionnée pris au Rez de Chaussée.
Plan de la Platte forme de la Tour bastionnée.
6 to
Corps de la place
du neuf Brisack
os de la Place
gorge du reduit
reduit
Glacis
20 to.
Chemin Couvert.
30 pi.
fig. 6

cet effet le centre de la Place de quatre pieds, comme il a été dit, ce qui reviendra à trois ou quatre lignes par toiſe ou environ: & on obſervera, non ſeulement de placer les ruiſſeaux dans le milieu des ruës avec pentes d'envion deux pouces & demi par toiſe, à commencer du pied des maiſons juſqu'auſdits ruiſſeaux; mais encore de diriger les pentes de longueur ſuivant la pente generale qu'il y aura depuis le centre de la Place juſqu'aux remparts. Ce pavé ſera ſur une forme de ſable de huit pouces de hauteur à petits joints & en bonne liaiſon, puis ſera bien battu & dreſſé avec la damoiſelle le plus uniment que faire ſe pourra.

Voilà à peu près tout ce qui concerne la conſtruction d'une Place neuve, & l'arrangement qu'on doit obſerver dans ſon Devis. S'il ſe trouvoit d'ailleurs des pilotages, écluſes & autres ouvrages à faire dont il n'a pas été parlé, parce que nous nous propoſons d'en faire le détail dans l'Architecture hydraulique, il faudroit les y inferer, n'ayant mis ici préciſement que ce qui a rapport au Neuf-Briſac, dont j'ai tâché de ne rien omettre, tant pour ce qui regarde la diſtribution des parties, que l'ordre de l'execution. Je n'y ai point parlé non plus des magazins à poudre ordinaires, parce que leur conſtruction a été ſuffiſamment traitée dans le quatriéme Livre.

A l'égard des Devis qui ſe font annuellement pour l'entretien ou la réparation des Places, on ſuit communement l'ordre des articles de l'état de la Cour, & on traite chaque article en particulier & définitivement, ſans s'aſſujettir aux diviſions que j'ai obſervées dans le Devis précédent, qui n'ont lieu que dans les ouvrages de conſequence. Cependant, s'il ſe trouve dans les Devis annuels quelque choſe de neuf à conſtruire, & qui demande une attention particuliere, il ſera bon d'en faire un article détaillé, conformement au modele ci-deſſus, & d'y obſerver toutes les conditions & formalités juſques dans les moindres circonſtances.

CONDITIONS ELEMENTAIRES DU DEVIS d'un Bâtiment civil.

De'blais des Terres.

Après avoir tracé les murs du Bâtiment, & rectifié ſon alignement, il ſera fait le déblais des terres des fondemens ſur environ quatre pieds de largeur par le haut, & trois par le bas, juſqu'à ce qu'on ait trouvé un fond ferme & ſolide, lequel ſera enſuite

Digitized by Google

ſuite dreſſé bien de niveau dans toute ſon étenduë, & aſſuré, s'il eſt beſoin, par des madriers de trois à quatre pouces d'épaiſſeur.

Maçonnerie.

Les fondemens des murs de face auront deux pieds & demi d'épaiſſeur, & ſeront non bloqués contre les terres, mais élevés à plomb & parallelement entre deux lignes, faiſant parement de chaque côté, puis ſeront bien garnis & arraſés de niveau, le tout poſé en bonne liaiſon, & maçonné avec bon moëlon & mortier composé d'un tiers de chaux meſurée vive, & de deux tiers de ſable; au deſſus de ces fondemens & avec même materiaux on érigera les murs des faces ſur deux pieds d'épaiſſeur, non compriſe la ſaillie du ſoubaſſement, hors du nud duquel ſera fait retraite de trois pouces par dehors & de deux par dedans, & ces murs ſeront élevés de onze pieds juſqu'à la hauteur du deſſous du plinte qui aura un pouce de ſaillie, & huit de hauteur.

On élevera enſuite les murs du premier étage de dix pieds au deſſus du plinte, & on obſervera de leur faire faire une retraite d'un pouce par devant ſur l'aplomb des murs inferieurs (ce qui s'executera de même au deſſus du plinte du ſecond étage) & leur ſommet ſera terminé par un entablement decoré ſuivant le deſſein, mis bien de niveau, & conſtruit de pierres de taille, ainſi que le plinte, ou de briques choiſies, poſées en liaiſon dans le corps du mur.

Tous les murs de refend auront deux pieds d'epaiſſeur dans les fondemens, & ſeront réduits à un pied & demi au deſſus, obſervant de leur donner auſſi trois pouces de retraite de chaque côté, & de les élever avec un peu de fruit pour être réduits à ſeize pouces d'épaiſſeur au deſſus du premier plancher, & à quatorze audeſſus du ſecond, le tout conſtruit de même que les murs de face, avec moëlon & mortier composé comme ci-devant, puis crépis proprement, & blanchis des deux côtés.

Les murs de cloiſon, ainſi que les aîles & faces des lucarnes, ſeront conſtruits de brique; ſçavoir, les faces ſur dix-huit pouces d'épaiſſeur, & les aîles & cloiſons ſur ſix pouces ſeulement. Les contre-cœurs des grandes cheminées ſeront auſſi faits de brique ſur neuf pieds de hauteur, & ceux des communes ſur quatre ſeulement avec un pouce de fruit par pied. Les hottes des manteaux, languettes & fermetures des cheminées, ſeront également conſtruites d'une épaiſſeur de brique, & les ouvertures des tuyaux auront trois

Digitized by Google

trois pieds & demi de long sur dix à onze pouces de large, & trois pieds d'élevation au dessus du faîte, le tout bien uni & crépi, & enduit dedans & dehors.

PIERRE DE TAILLE.

Les angles du Bâtiment seront armés de pierres de taille, choisies dans la meilleure carriere du pays, non gelisses, ni filtreuses, posées en bonne liaison par assises d'un pied de hauteur sur seize à dix-huit pouces de lit, ayant les joints d'équerre avec harpe de six pouces de chaque côté, & faisant retour alternativement de vingt & un pouces de face, & de deux pieds & demi. Les encognures des plintes & entablement seront de mêmes pierres, ainsi que les pieds droits des grandes portes d'entrées & leurs fermertures, qui porteront parpin d'une pierre entre deux; la plus courte desquelles sera au moins neuf pouces de liaison, & aura un pied & demi de longueur en tête, & un pied en retour de l'écoinçon; les pierres des pieds droits, qui seront de deux pieces, auront leurs joints bien à l'équerre, & les deux pierres formeront l'épaisseur du mur.

On espacera les croisées & autres portes suivant les mesures de leur dessein, leur fermeture sera bombée par dehors & par dedans, construite de pierre de taille ou de brique, ainsi que les pieds droits avec un seüil ou appui de pierre dure d'une seule piece, de sept pouces d'épaisseur & dix de largeur. Apres quoi sera faite une décharge au dessus de ces portes, & croisées, pour soulager leurs plattes bandes.

CHARPENTE.

La Charpente consistera dans les pieces suivantes, dont tous les bois seront bien équarris & sans aubier, proprement taillés & assemblés les uns aux autres avec tenons & mortoises bien chevillées.

1°. Les jambes des forces des combles auront chacune dix pouces de gros sur .... de longueur; les liens dix pouces de gros sur .... de longueur; les entraits dix à douze pouces sur ....; les blochets huit à dix pouces sur ....; & les plattes formes sur l'entablement quatre, & douze pouces de gros: le tout de bois de chêne. Le surplus de l'assemblage sera de bois de sapin.

2°. Les arbalêtriers auront .... de longueur sur huit à neuf de gros; les poinçons .... de longueur sur neuf à dix; les pannes porteront sur les jambes de force, & auront les longueurs nécessaires sur sept à huit de gros; les contrefiches .... de longueur sur sept à

Digitized by Google

ſept de gros; les chevrons...., de long & quatre pouces de gros, leſquels chevrons ſeront d'une ſeule piece, & eſpacés à un pied de diſtance les uns des autres, bien brandis & arrêtés ſur les pannes, & les empanons bien dreſſés à la ligne.

Tous les ſoliveaux des planchers ſeront poſés bien de niveau à deux pieds de diſtance l'un de l'autre de milieu en milieu, & auront.... de longueur ſur huit à neuf pouces de groſſeur; on y obſervera les enchevetrures néceſſaires. Les giſtes ou lambourdes ſous le plancher du rez-de-chauſſée auront quatre à cinq pouces de gros ſur les longueurs néceſſaires, & ſeront eſpacées de deux pieds & demi de milieu en milieu. La ſabliere, qui doit être poſée ſur les murs, aura douze pouces de largeur ſur trois à quatre d'épaiſſeur. Les poteaux des cloiſons auront cinq à ſix pouces de groſſeur, & ſeront aſſemblés haut & bas à tenons & mortoiſes dans des ſablieres de ſix à ſept pouces de groſſeur, & delardés pour retenir la maçonnerie des panneaux.

Tous les bois des eſcaliers ſeront de la même qualité & dreſſés au rabot à vive arête avec les moulures convenables. Les baluſtres ſeront auſſi de même bois, & tournés ou faits à la main. Les marches maſſives, délardées avec un demi rond ſur le devant; les limons ſeront gros de cinq à dix; les noyaux de cinq; les appuis & les potelets de trois à cinq.

COUVERTURE.

On n'employera aux couvertures que des tuiles choiſies & bien cuite. Les lattes ſeront de bon bois de ſapin de droit fil ſans aubier, bien clouées ſur chaques chevrons d'un clou à latte, & poſées à diſtance égale & de niveau, afin que les pureaux le ſoient auſſi.

MENUISERIE.

Les planchers au deſſus des ſolives ſeront faits de planches de ſapin bien ſec d'un pouce ou un pouce & demi d'épaiſſeur, blanchies du côté vû, aſſemblées à raînure & languette, bien dreſſées & attachées aux ſolives avec autant de clous qu'il ſera néceſſaire pour les empêcher de ſe déjetter.

Toutes les croiſées de menuiſerie auront ſept pieds & demi de hauteur ſur quatre pieds quatre pouces de largeur, & ſeront aſſemblées à bouëment. Les chaſſis dormans auront deux pouces d'épaiſſeur, & ſeront ornés de meneaux ronds ſur les montans & traverſes, avec un

Digitized by Google

un quart de rond ſur l'apui élegi dans ces traverſes. Les chaſſis à verre auront un pouce & demi d'épaiſſeur, & les volets un pouce, le tout de bon bois de chêne bien ſec & bien aſſemblé, garni de ſes ferrures qui conſiſteront pour chaque croiſée en huit gonds, huit fiches ou gonds à charniere, quatre targettes, quatre crampons, & huit équerres proprement limés & mis en œuvre. Chaque panneau des croiſées ſera garni de verre blanc poſé en plomb ou en maſtic, ſoutenu & arrêté par trois vergettes de fer arrondies, bien clouées aux panneaux, & attachées avec bonnes attaches de plomb ſuivant l'uſage.

S'il eſt jugé néceſſaire de barrer ces croiſées, on y employera des barreaux de fer quarré de trois quarts de pouce de groſſeur, qui entreront de quatre pouces dans les appuis & couvertes, & ſeront ſcellés en plomb. Les portes communes ſeront auſſi de bon bois de chêne bien ſec, de ſix pieds & demi de hauteur, de trois de largeur, & un pouce & demi d'épaiſſeur, bien aſſemblées avec clef, collées & emboëttées par les deux bouts avec des emboëtures de cinq à ſix pouces de haut, & garnies chacune d'une ſerrure à tour & demi, benardée à l'uſage de France, bien limée & polie de même que ſes pentures & gonds qui ſeront ſeulement limés, brunis, & d'une force convenable.

Les portes à deux ventaux auront chacune quatre pieds & demi de large, & ſept à huit de hauteur, & ſeront de bois de chêne d'un pouce & demi à deux pouces d'épaiſſeur d'aſſemblage, & d'un pouce ſeulement pour les panneaux. Elles ſeront collées & emboëtées comme les précedentes, ſur la largeur & épaiſſeur du bois, & bien rabottées de deux côtés. Seront de plus garnies de reſſorts, verroüils, ſerrures & autres ferrures néceſſaires, le tout proprement limé & de force ſuffiſante.

Les grandes portes cocheres auront neuf pieds de largeur ſur douze à treize de hauteur, leurs battans ſeront épais de quatre pouces & larges de huit à neuf, les batis de trois pouces d'épaiſſeur, les càdres de quatre, & les panneaux d'un pouce & demi.

Le lambris des plafonds & côtés des chambres ſera fait de bon bois de chêne ou de ſapin bien ſec, à grands panneaux aſſemblés, collés & bien arrêtés dans les murs, ou de planches ſeulement bien blanchies du côté vû, & recouvertes de liteau ſur tous les joints.

Les conditions de cet Abregé peuvent s'appliquer aux Cazernes, Pavillons, Arſenaux, Logemens d'Etat-Major, & autres, en changeant ſeulement ce qui pourra faire quelque difference tant dans la décoration, que dans la pierre de taille & la qualité des materiaux

 qui

Digitized by Google

qui sont tous arbitraires suivant les lieux, la destination, & la dépense qu'on juge à propos d'y faire.

DE LA FORME DES ADJUDICATIONS, Formalités qui s'y observent, & du Stile dans lequel elles sont conçûës.

LE Devis étant reglé, & partie des fonds assignée, l'Intendant de la Province fait publier & afficher dans toutes les Places de son Département, & même dans les Provinces voisines, qu'à tel jour nommé, il sera procedé en son Hôtel & par devant lui, à l'adjudication des ouvrages à faire pour la construction de la nouvelle Place, où seront admis tous ceux qui voudront se charger de cette entreprise, & faire la condition du Roi la meilleure, en donnant bonne & suffisante caution.

Le jour arrivé, l'Intendant, accompagné du Directeur des Fortifications, & autres assemblés à ce sujet, fait lire à haute voix le Devis tout entier, afin que les prétendans à ladite entreprise puissent être informés de la nature des ouvrages qu'on veut construire, & des conditions ausquelles ils doivent s'assujettir; apres quoi commencent les differentes mises des Entrepreneurs, espece d'ouvrage par espece d'ouvrage, qu'on inscrit à mesure qu'elles se font. Puis quand il ne se trouve plus personne qui mette au rabais, on allume trois feux de bougie consecutifs, pendant la durée desquels un nouvel Entrepreneur peut encore être reçu à faire un nouveau rabais; & enfin après l'extinction desdits feux, l'entreprise est adjugée à celui qui a fait la condition du Roy la meilleure, & on en dresse procès verbal à peu près dans les termes suivans.

Ce jourd'hui... mois, an, & jour... Nous.... noms & qualités de l'Intendant de la Province, étant en notre Hôtel à... *nom de la Ville*, après plusieurs affiches & publications faites tant dans ladite Ville, que dans les autress Places de la Province, portant que ledit jour il seroit par nous procedé à l'adjucation & au rabais des ouvrages que le Roy a ordonné être faits pour la construction d'une Place neuve à.... *nom du lieu qu'on doit fortifier*, suivant le dessein de M..... y avons procedé en presence & de l'avis de M.... Ingenieur-Directeur des Fortifications desdites Places, aux clauses & conditions dont la teneur s'ensuit.

De-

Devis des ouvrages, &c. *On copie ici le Devis tout entier dans la forme qui a été prescrite, & après quoi on continuë le procès verbal de la maniere suivante.*

Les Entrepreneurs, acceptant les conditions du present Devis, se fourniront de tous les materiaux, peines d'ouvriers, voitures, échaffaudages, ponts, planches, outils, engins, cordages, & generalement de toutes les choses nécessaires à l'execution de leur entreprise, feront aussi à leurs frais tous les épuisemens d'eaux; & seront obligés, un an après la construction de la Place, de refaire tous les joints de la maçonnerie avec bon mortier de chaux & sable, sans qu'ils puissent prétendre autre chose de la part de Sa Majesté, que les prix portés par l'adjudication qui leur en sera faite, observans qu'aucune terre ne soit toisée deux fois, quoique parties soient sujettes à un second transport, à l'éxception toutefois de celles qui seront passées à la claye, & des terres douces qui seront mises à part pour former les parapets, dont on tiendra compte pour le second transport; on observera encore qu'aucun remblais ne soit toisé, ni aucun vuide dans le cube de la maçonnerie. Seront au surplus lesdits ouvrages executés avec toute la diligence possible, sujets aux verifications & receptions suivant la maniere accoutumée, & garantis un an après qu'ils auront été reçûs par les Ingenieurs qui en seront chargés.

Au moyen desdits prix, les Entrepreneurs seront exemts de guet & garde, de toute corvée & logement des gens de guerre, & il leur sera permis de faire couper tous les gazons dont ils auront besoin, dans les prairies ou vieilles pâtures les plus à portée, qui leur seront marquées par notre Subdelegué, ou par les Magistrats des lieux, & l'Ingenieur en chef de la Place, sans que lesdits Entrepreneurs soient obligés d'en rien payer aux Proprietaires des terres. *Si la Place est bien frontiere, & qu'on soit en tems de guerre, on pourra ajoûter qu'il sera donné à l'Entrepreneur les escortes nécessaires pour la conservation de ses bestiaux, soit chevaux ou bœufs employés à voiturer les materiaux pour la construction des ouvrages. Que si lesdits chevaux ou bœufs viennent à être pris avec les escortes par quelque parti ennemi, soit de troupes reglées ou autres, en voiturant les materiaux, l'Entrepreneur en sera indemnisé suivant leur juste valeur. Qu'au cas que ledit Entrepreneur, ou ses Commis, soient pris prisonniers par les ennemis en faisant le Service du Roy, leur rançon sera payée par Sa Majesté.*

Et après lecture faite du Devis ci-dessus à haute & intelligible voix, que les Entrepreneurs assemblés pour mettre leur rabais ont dit entendre, lesdits ouvrages ont été mis à prix, sçavoir, *Suite du procès verbal.*

La

La toise cube de grosse maçonnerie, par le Sieur... à trente liv. par le Sieur... à vingt-cinq livres, par le Sieur... à vingt-deux livres, & par le sieur... à vingt livres.

La toise cube des terres, &c.

Et ainsi de suite, désignant chaque espece differente d'ouvrages, sans en oublier aucun, s'il est possible, pour éviter toute contestation dans la suite, & specifiant à chaque article toutes les mises qui y ont été faites suivant l'ordre, & finissant par la derniere & la plus foible.

Suite du procès verbal.

Après quoi, nous avons fait allumer trois feux consecutifs, pour voir si pendant leur durée quelque Particulier de ladite Assemblée ne feroit point quelque nouveau rabais; mais lesdits feux s'étant tous éteints, & ayant fait trois autres remises à differens jours sans qu'il se soit presenté personne qui ait voulu mettre lesdits ouvrages à plus bas prix, ni faire la condition du Roy plus avantageuse que le Sieur... Nous, de l'avis de M.... Directeur, & sous le bon plaisir de Sa Majesté, lui avons adjugé & adjugeons lesdits ouvrages, à charge de donner bonne & suffisante caution. Sçavoir,

Audit Sieur.... la toise cube de maçonnerie à vingt livres.

La toise cube des terres, &c.

Reprenant ainsi de suite toutes les dernieres mises dudit Entrepreneur.

Suite du procès verbal.

Lesquels prix seront payés audit Entrepreneur des derniers de Sa Majesté sur les fonds faits & à faire pour lesdits ouvrages au fur & à mesure de leur avancement, & sur les billets de l'Ingenieur qui aura la principale conduite. Fait à... jour & an que dessus, signé l'Intendant, le Directeur, & l'Entrepreneur.

Et à l'instant ledit Sieur... nous a presenté pour Caution la personne de Guillaume... demeurant à... lequel tant en cette qualité, qu'en celle d'Associé, s'est obligé pour ce present, & s'oblige solidairement comme pour les propres deniers & affaires de Sa Majesté, & par les mêmes voyes que ledit Entrepreneur est tenu. Fait lesdits jour & an que dessus. Signé l'Intendant de la Province & la Caution.

Pour la conduite que les Ingenieurs doivent avoir avec les Entrepreneurs, il faut d'abord se persuader, que comme les entreprises ne se font qu'en vûe du gain, on a besoin de toute son attention pour empêcher que ce motif n'occasionne bien des mal-façons, ou de la négligence dans le travail. Ainsi, pour y obvier, il est du devoir de l'Ingenieur de n'épargner, ni ses soins, ni ses peines, pour que toutes choses soient faites dans l'ordre, & d'être toûjours present,

Digitized by Google

ſent, autant qu'il eſt poſſible à tout ce qui s'execute. Les maçonneries ſur-tout demandent une preſence actuelle, de même que la façon des mortiers, & le choix de l'emploi des pierres: il ne faut avoir ſur cela aucune indulgence, les ouvriers ſe relâchent aſſez d'ailleurs. On doit auſſi avoir beaucoup de regularité dans ſes regiſtres, dans la preſſe des attachemens, dans la diſtribution des témoins, dans l'acceptation des materiaux, & ne pas oublier de fixer la groſſeur des bois avant que l'ouvrage ſe faſſe, de crainte que l'Entrepreneur ne meſuſe de la condeſcendance qu'on auroit de lui laiſſer employer à ſa volonté, & qu'il ne multiplie mal à propos le nombre de cent de ſolives; abus qui n'eſt pas moins grand, & qui ſouvent n'eſt pas moins préjudiciable à l'ouvrage, que celui d'employer des bois trop foibles; il en eſt de même des ferrures & de pluſieurs autres choſes, qu'il feroit trop long de détailler.

D'un autre côté, il ne faut pas non plus être inquiet, ni vetiller ſans ſujet: le bien du ſervice veut que l'Entrepreneur s'execute, & qu'il n'épargne rien pour la bonté des ouvrages; mais, il veut auſſi que le même Entrepreneur trouve, en travaillant bien, dequoi ſe dédommager de ſes frais & de ſes peines. Si cependant il a fait un mauvais marché, ou qu'il lui arrive dans le cours du travail des contre-tems fâcheux & inévitables, ce n'eſt point à l'Ingenieur à y entrer: l'Entrepreneur a la voye de repreſentation à la Cour, comme cela eſt arrivé pluſieurs fois; &, quand il eſt bien fondé, il eſt comme aſſûré de trouver dans la bonté du Roy de quoi l'indemniſer de ſes pertes. Mais, qu'on s'embaraſſe peu d'ailleurs des tons plaintifs qui ſont aſſez ordinaires à ces Meſſieurs. Un Ingenieur, qui ſçait ſon métier, voit aiſément ce qui eſt juſte & raiſonnable à faire; & pour peu qu'il prenne la peine d'entrer dans le détail de chaque choſe, il connoît d'un coup d'œil à quoi il doit s'en tenir.

On demande s'il eſt plus avantageux de n'avoir à faire qu'à un ſeul Entrepreneur general, qu'à pluſieurs qui ſeroient chargés de differentes eſpeces d'ouvrages. L'un & l'autre peut avoir lieu, comme cela arrive quelquefois. Cependant, il convient mieux qu'un ſeul en ſoit chargé; & pluſieurs raiſons ſemblent autoriſer mon ſentiment.

1°. Quand tout eſt réüni dans la même perſonne, le travail ſe ſuit mieux, il ſurvient moins de diſcuſſions & de faux-fuyans.

2°. Les interêts du Roy ne péricIitent pas tant, & il eſt plus aiſé de faire des recherches, ſi le cas y échoit.

3°. L'Entrepreneur general trouve toûjours lui-même des gens ſolvables & capables pour ſoutraiter avec lui; & enfin dans les diffe-

rentes manœuvres qui ſurviennent, on ſçait d'abord à qui s'adreſſer, & ſur qui cela doit rouler, ſans être expoſé aux mauvais procedés qui arrivent ſouvent, quand pluſieurs Entrepreneurs s'en mêlent. Ainſi, il n'y a point à balancer dans ce choix; & il eſt même d'uſage dans une groſſe entrepriſe de donner le tout à celui qui eſt chargé des plus gros ouvrages, quand même il s'en feroit trouvé d'autres qui euſſent détaché quelque choſe: mais auſſi l'Entrepreneur general ne peut exiger que le prix des miſes qui auront été faites.

AVERTISSEMENT.

Voici le Devis des Cazernes de Bethune, relatif aux Deſſeins de la trentiéme Planche, tel qu'il m'a été envoyé par M. Dartezay *qui étoit alors Ingenieur en chef de cette Place. Comme ce Devis eſt fort ample & très inſtructif, on y trouvera quantité de détails, dont il n'a pas été fait mention dans les autres précédens. Il y a quelques endroits qui auroient eu beſoin d'être retouchés, pour rendre le Stile plus net; & ſans doute que M.* Dartezay *l'auroit fait avec plaiſir, s'il avoit eu le tems de le repaſſer: mais comme l'Impreſſion de mon Livre étoit fort avancée, quand je le lui ai demandé, c'eſt à moi qu'on doit s'en prendre, & non pas à lui. J'ajoûterai, que ce Devis étoit accompagné d'un autre pour la Citerne qui a été conſtruite ſous le même Bâtiment, que j'ai ſupprimé, parce que rapportant celui de la grande Citerne de Calais, il étoit inutile de multiplier les êtres ſans néceſſité.*

DEVIS

Digitized by Google

DEVIS ET CONDITIONS QU'OBSERVERONT les Entrepreneurs des Cazernes ordonnées à faire à Bethune.

PREMIEREMENT.

LEs terres pour les fondemens feront enlevées & pofées dans les lieux indiqués, conformement aux alignemens & piquets de hauteur qui feront donnés, pour relever le terrain autant qu'il fera jugé convenir par l'Ingenieur-Directeur, ou celui en chef, pour remplir les trous, & mettre à hauteur les ruës qui y communiquent, afin de rendre le terrain bien uni, avec les pentes d'eau néceffaires, obfervant de les arranger & dreffer par lits dans toute l'étenduë qu'elles devront occuper, & de les bien battre avec des dames ou maffes de bois; & s'il s'en trouve trop, l'Entrepreneur les fera porter hors la Ville aux endroits qui lui feront marqués; & quand il s'en trouvera de mal mifes, il fera obligé de les ôter, & rétablir à fes frais. *Terres.*

Ces terres feront mefurées & reduites à la toife cube dans les lieux de leur déblai, & payées au pris de l'adjudication.

II.

L'excavation faite en profondeur fuffifante, & le fond reconnu bon par l'Ingenieur, il fera applani bien de niveau; après que les alignemens auront été verifiés, on y commencera la maçonnerie en libage & gros moëlon jufqu'à un pied au deffous du rez, la quelle aura de largeur ou d'empatement, fçavoir, le pignon qui regarde la Ville, & la partie du mur de face qui regarde le rempart des deux bouts qui doivent butter les voûtes des écuries, cinq pieds huit pouces jufqu'à la premiere retraite, cinq pieds quatre pouces pour la deuxiéme, & cinq pieds en nette maçonnerie. *Maçonnerie des fondemens.*

Le pignon qui regarde le Château, trois pieds quatre pouces jufqu'à la premiere retraite, trois pieds pour la deuxiéme, & deux pieds huit pouces en nette maçonnerie.

Les murs de faces, trois pieds deux pouces jufqu'à la premiere retraite, deux pieds dix pouces pour la deuxiéme, & deux pieds fix pouces en nette maçonnerie.

Digitized by Google

Ceux de refends qui doivent contenir les cheminées, & l'entrefends qui traverse en long les *écuries* dans le milieu du bâtiment au quartier des soldats, trois pieds jusqu'à la premiere retraite, deux pieds huit pouces pour la deuxiéme, & deux pieds quatre pouces, ou trois briques & demie de huit pouces en nette maçonnerie.

Les dix contreforts des cinq angles, de cinq pieds jusqu'à la premiere retraite, quatre pieds huit pouces pour la deuxiéme, & quatre pieds quatre pouces en nette maçonnerie.

Les autres murs qui font la cage des deux escaliers, de deux pieds quatre pouces jusqu'à la premiere retraite, deux pieds pour la deuxiéme, & un pied huit pouces, ou deux briques & demie en nette maçonnerie.

Le mur d'échiffe au quartier des soldats, d'un pied huit pouces jusqu'à la premiere retraite, un pied quatre pouces pour la deuxiéme, & un pied, ou brique & demie en nette maçonnerie.

Les deux murs d'entrefends pour le corridor au quartier des Officiers, deux pieds jusqu'à la premiere retraite, un pied huit pouces pour la deuxiéme, & un pied quatre pouces en nette maçonnerie.

Le mur qui separe le quatrier des Officiers de celui des Soldats deux pieds jusqu'à la premiere retraite, un pied huit pouces pour la deuxiéme, & un pied quatre pouces ou deux briques en nette maçonnerie.

Et l'autre mur traversant les deux dernieres écuries, de trois pieds jusqu'à la premiere retraite, deux pieds huit pouces pour la deuxiéme, & deux pieds, quatre ou trois briques & demie en nette maçonnerie.

Les parties, qui se trouveront plus basses que six à sept pieds, auront une augmentation d'épaisseur, à raison de quatre pouces par retraite sur deux pieds & demi de hauteur; & si l'on rencontre le sable boüillant, on diligentera les fondemens en les découvrant, lui donnant toute l'épaisseur, ou empatement, qu'on croira nécessaire, qui sera toûjours réduit en nette maçonnerie aux épaisseurs dites ci-dessus jusqu'au plancher du premier étage.

Les murs des latrines seront de même construction que ceux des faces des bâtimens.

Puis après avoir élevé trois rangs de brique bien de niveau, faisant chaîne sur toute l'épaisseur de ces murs, & verifié de nouveau les alignemens & les angles, on y posera une graisserie servant de base en dehors, laquelle aura trois pieds de hauteur, où l'on laissera un chanfrain de deux pouces coupé en glacis, qui fera une retraite.

La

Digitized by Google

La même graisserie sera continuée en dedans des écuries pour la conservation des murs, il en sera pareillement des pilastres des angles, ou encognures du rez-de-chaussée, qui feront un avant-corps de deux pouces de saillie; des pieds droits, ou jambages des fenêtres & portes, lesquels seront élevés jusqu'à la hauteur de sept pieds, observant les ébrasemens & battées suivant l'usage.

Les appuis des fenêtres, les seüils des portes en dehors, les premieres marches, seront aussi de grès d'une seule pierre, le tout proprement piqué conformement au modele du nouveau Pavillon de saint Prix; les marches de l'escalier au quartier des soldats, aussi d'une seule pierre, seront débrutties, & mises en œuvre à joints quarrés & recouverts; elles auront douze pouces de giron sur six de hauteur, à porter dans les murs de trois à quatre pouces de chaque côté, ce qui fera quatre pieds deux pouces de longueur totale ou environ, sans défauts, ni défectuosités vicieuses; après quoi l'on achevera de même façon les angles, les portes, les fenêtres, les cordons à chaque étage, les entablemens, & les souches des cheminées au-dessus des toits, en pierres blanches, ainsi que les ornemens qu'on laissera en attente de sculpture.

Le reste de la maçonnerie sera fait en brique depuis le dessus de la graisserie, ainsi que les voûtes des écuries, & celles des escaliers au quartier des soldats.

On gardera bien exactement les distributions des chambres & écuries, & les décorations suivant les desseins, plans, & profils qui seront donnez à l'Entrepreneur, ainsi que les retraites, sçavoir au prémier étage, le pignon & la partie de mur de face, qui butteront les deux bouts des voutes des écuries, seront réduits à la même epaisseur, & tout ainsi que les autres murs de même nature diminuent une demie brique, de sorte que les deux pignons auront seulement deux pieds quatre pouces, ou trois briques & demie d'épaisseur, les murs de faces deux pieds ou trois briques, ceux des cordons au quartier des Officiers, & à celui des soldats au dessus des voûtes des écuries; les murs qui font la cage des escaliers, & celui qui separe les deux quartiers, seront reduits à un pied ou une brique & demie depuis le premier étage jusqu'à leur hauteur totale.

Les murs de refends, qui contiennent les cheminées, lesquelles seront dévoyées à côté l'une de l'autre dans l'épaisseur des murs du bas en haut, ne peuvent souffrir de reduction.

Tous les autres murs diminuëront de quatre pouces à chaque étage.

Le bâtiment des latrines sera de même construction, & des dimen-

Digitized by Google

menſions des murs de face, dont les voûtes en plein ceintre auront les ouvertures néceſſaires pour le paſſage des matieres, le fond pavé de grès avec une décharge dans la riviere.

Les chambres du rez auront onze pieds de hauteur, les autres des étages au deſſus dix, non compris l'épaiſſeur des planchers, les galetas auront auſſi dix pieds d'élevation juſques ſous les *entraits*, tous leſquels planchers ſeront compaſſés, de ſorte que l'appui des fenêtres & l'entablement ſe trouvent à trois pieds de hauteur au deſſus tout au plus.

Les murs du dedans en general ſeront élevés bien à plomb; & ceux qui font face auront environ un pouce & demi de fruit en dehors.

Qualité des materiaux. Les materiaux pour la conſtruction de ces choſes, ſeront bons, bien choiſis, conditionnés, & de l'échantillon ordinaire, les blancs ou gros libages pour les fondemens, provenans des carrieres de la Buſſiere ou de Barloüin, tirés au moins d'un an, en bonne ſaiſon, il en ſera de même des grès dont les boutiſſes dans les murs auront dix-huit à vingt pouces de queuë, eſpacés de trois en trois pieds de milieu en milieu en dedans & en dehors alternativement, & les panerëſſes ou carreaux dix à douze.

Les pierres de taille pour les pilaſtres des angles, les pieds droits, les ouvertures, les cordons, les entablemens, les fenêtres du galetas, & les ornemens des ſouches des cheminées, ſeront auſſi tirées au moins d'un an, en bonne ſaiſon, ayant été expoſées aux injures de l'hyver, bien ébouſinées juſqu'au vif, en ſorte qu'il n'y reſte ni fil, ni moye, ni veines jaunes, proprement taillées & ragrées au fer ſuivant les panneaux & deſſeins qui enſeigneront auſſi les ſaillies qu'elles devront avoir.

Les briques ſeront toutes de même échantillon ordinaire, bien cuites & bien conditionnées, dont on choiſira les plus belles pour les paremens, poſées en bain flotant de mortier, de même que les pierres de taille, avec attention de les placer dans leur lit, ainſi que la graiſſerie, le tout par aſſiſes égales de niveau & en liaiſon, bien & dûëment frottées, reparées, & dans les joints, recirées au fer à meſure que le travail avancera, obſervant de les bien appareiller; principalement les pierres de taille, & les graiſſeries jointoyées au mortier de cendrée.

Dans les grandes chaleurs on aura ſoin de moüiller en employant chaque brique, afin qu'elles ne refuſent pas le mortier.

L'Entrepreneur ne commencera à travailler à tous ces ouvrages, qu'après que les attachemens des fondemens lui auront été marqués par l'Ingenieur.

Cette

Digitized by Google

Cette maçonnerie ſera meſurée & réduite à la toiſe cube pour les fondemens, & celle au-deſſus à la toiſe quarrée d'une brique d'epaiſſeur ſuivant l'uſage du lieu, toiſée tant plein que vuide, ſans rien diminuer des ouvertures.

La graiſſerie comptée au cent de pieds quarrés, meſurée paremens vûs pour la taille ainſi que les pierres blanches.

Les appuis des fenêtres & les marches à la piece, miſes en place, leſquelles choſes ſeront payées au prix de l'adjudication.

III.

Le mortier, qu'on employera pour toutes ces maçonneries, ſera composé d'un tiers de chaux vive de bonne qualité & cuiſſon, ſans biſcuit, & non éventée, bien éteinte, & de deux tiers de ſable pur du meilleur des environs, criant à la main; il ſera doſé en preſence d'un Ingenieur, & on ne l'employera que trois jours au moins après qu'il aura été bien battu, conroyé, & broyé de façon qu'on ne puiſſe plus diſtinguer la chaux d'avec le ſable; & que l'un & l'autre étant confondus ne faſſent plus qu'un même corps.

Celui dont on ſe ſervira pour les grès en paremens, encognures & autres, ſera composé d'un tiers de chaux vive, & de deux tiers de bonne cendrée, façonné comme il vient d'être dit, n'y mettant qu'une fois de l'eau; puis étant rebattu pendant pluſieurs jours, il ſera employé tout frais battu autant que faire ſe pourra.

IV.

Le pavé de grès pour la ruë qui communique à ces Cazernes, pour la bande qu'on ſe propoſe tout autour, celui des cours, &c. ſera du meilleur du pays, d'une dure & bonne qualité; il aura ſix à ſept pouces de tête ſur huit à neuf de queuë, de figure preſque cubique; & les bourdures, de dix-huit pouces ſur huit à neuf de large, & au moins douze de long, ſeront de même quarré ſur les deux bouts; il ſera appareillé & par routes égales, en liaiſon, ſur un lit ou forme de ſable de neuf pouces de hauteur, battu & affermi au refus de la damoiſelle, obſervant les pentes & bombages qui ſeront reglés.

La même choſe ſe pratiquera pour le pavé à relever, & ils ſeront tous meſurés à la toiſe quarrée, payés au prix de l'adjudication, bordures compriſes.

V. Tou-

Digitized by Google

V.

Toutes les charpentes, qui se trouveront à faire pour la construction de ces Cazernes, seront executées suivant le Memoire ci-joint, & les desseins qui seront donnés à l'Entrepreneur pour les longeurs, façons, & positions des bois, qu'il suivra de point en point, sans y pouvoir rien changer; tous lesquels bois seront bien sains & secs, coupés au moins de deux ans, & abbatus en bonne saison, à vive arête, à l'exception des sommiers ausquels on pourra laisser deux petits chanfrains d'un pouce & demi aux angles du dessous, les posant toûjours de cant, & leur bombage en dessus, mais les angles du dessus à vive arête; toutes lesquelles charpentes sans aubier, capelures, ventelures, ni mauvais nœuds, seront mises en œuvre, assemblées à abreuvement, tenons, & mortoises avec toute la justesse, solidité, & propreté possible, & bien chevillées; & au cas que l'Entrepreneur livre des pieces plus grosses, elles ne lui seront mesurées que suivant lesdits desseins & memoires.

L'Entrepreneur sera obligé de faire, à toutes les marches massives de l'escalier au quartier des Officiers, une astragale avec une moulûre poussée de deux pouces, & de faire aussi tourner au tour, suivant un dessein approuvé pour servir de modéle, les poteaux & potelets qui y seront employés.

Les premiers limons des deux escaliers au même lieu seront placés sur chacun une marche massive d'épaisseur & longueur suffisante pour être arondie en dehors; dans tous lesquels limons en general on assemblera ces marches, & ils n'auront d'autres ornemens que l'arête du dessous arondie entre deux petites moulûres.

MEMOIRE POUR SERVIR A LA DISTRIBUTION des Bois employés aux Cazernes de S. Jor, détaillés par étage.

Les Bois du Rez.

	Grosseurs.
Les supports mis en attente dans les murs pour porter les auges des écuries,	8. & 4.
Idem. Ceux du dessous des auges,	6. & 4.
Idem. Ceux pour les rateliers,	4. & 4.
Les pieces de bois, ou linteaux encastrés dans les murs des huit Chambres d'Officiers, pour servir de portemanteaux,	6. & 4.
Les madriers du dessus des portes en dedans,	10. & 4.

Ceux

Ceux des fenêtres auſſi en dedans.	27. & 4.
Le premier Etage.	*Groſſeur.*
Les huit ſommiers des chambres d'Officiers,	12. & 10.
Les femelles ou couſſinets ſous ces ſommiers,	6. & 4.
Les ſoliveaux des chambres d'Officiers & ceux du coridor,	6. & 4.
Les autres ſoliveaux qui portent les jambages des cheminées,	8. & 6.
Les cours des plattes-formes pour ſervir de tirans ancrés dans les murs à chaque étage,	6. & 4.
Les linteaux encaſtrés dans les murs des deux quartiers à chaque étage, pour ſervir de porte-manteaux,	6. & 4.
Les madriers au deſſus des portes en dedans,	9. & 4.
Ceux au deſſus des fenêtres des deux pignons,	17. & 4.
Les appuis des mêmes,	6. & 4.
Les madriers du deſſus des autres fenêtres,	11. & 4.
Les appuis des mêmes,	6. & 4.
Les pieces de bois qui traverſent les murs de refends, pour porter ſur les jambages les ceintres des cheminées, & ſervir à tenir les chambranles,	4. & 4.
Les chaſſis des portes au quartier des ſoldats,	14. & 6.
Le deuxie'me Etage.	*Groſſeur.*
Les huit ſommiers du quartier des Officiers, & neuf à celui des ſoldats,	12. & 10.
Trois autres dans la premiere chambre joignant la citerne, & celle dans l'angle qui la ſuit,	14. & 12.
Les femelles ou couſſinets pour les mêmes,	6. & 4.
Les ſoliveaux pour les hauſſes des eſcaliers au quartier des Officiers, & ceux qui portent les jambages des cheminées aux deux quartiers,	8. & 6.
Les autres ſoliveaux des planchers des deux quartiers,	6. & 4.
Les pieces traverſant les murs de refends, pour porter les ceintres des cheminées aux deux quartiers,	4. & 4.
Les chaſſis des portes au quartier des ſoldats,	14. & 6.
Les madriers pour le deſſus en dedans des fenêtres des pignons,	13. & 4.
Ceux des appuis des mêmes,	6. & 4.
Les madriers pour le deſſus en dedans des autres fenêtres,	8. & 4.
Les appuis des mêmes,	6. & 4.

Digitized by Google

Les madriers du dessus des portes des chambres d'Officiers en dedans, 6. & 4.

LE TROISIE'ME ETAGE OU GALETAS.

Grosseur.

Les huit sommiers du quartier des Officiers, & quatre aux chambres du côté du pignon qui regarde la Ville, à celui des soldats, 12. & 10.

Dix-huit autres sommiers aux chambres du pan coupé, & autres le long de la face qui regarde le rempart, & ceux qui soutiennent la mansarde, 14. & 12.

Les femelles ou coussinets en general. 6. & 4.

Les soliveaux pour les hausses des escaliers, 8. & 6.

Ceux pour porter les jambages des cheminées aux deux quartiers, 8. & 6.

Les autres pour les planchers des deux quartiers, 6. & 4.

Les pieces traversant les murs pour porter les manteaux des cheminées des deux quartiers, 4. & 4.

Les chassis des portes au quartier des soldats, 14. & 6.

LE COMBLE ET LE PLANCHER EN DESSOUS.

Cours de pannes de brisis, 12. & 6.

Les goussets, ou enraînures des angles, 10. & 8.

Les jambes de force, les blochets, les entraits*, ceux des croupes, les arbalêtriers ou petites forces, les poinçons, les coliers ou enraînures, les arrêtiers sur les angles du faux comble, sur la panne de brisis, les soliveaux ou gîtes des escaliers des deux quartiers, ceux servant de lissoirs le long des souches des cheminées, & qui portent les planchers des deux quartiers, 7. & 6.

* Les entraits portent sur les deux murs du coridor, car autrement il leur faudroit plus de grosseur.

Cours des sablieres ou plattes, 10. & 4.

Cours d'autres sablieres sur l'entablement, pour porter les coyaux au comble des fenêtres, 6. & 4.

Cours de pannes, ou ventrieres au faux comble, sur deux rangs de chaque côté, 6. & 4.

Cours de faîtes & sous-faîtes, 6. & 4.

Les pieces d'entre-toises faisant les croix de saint André entre les faîtes & sous-faites, les liens ou brassons des fermes & autres, les plattes-formes ou coussinets pour toutes les pieces qui portent sur les murs, 6. & 4.

Les pieces qui portent les jouës des fenêtres du troi-

sieme

Digitized by Google

ſiéme étage, ou galetas, 8. & 4.

Les montans, & les petites pannes, & les appuis des petites fenêtres des greniers, 6. & 4.

Les ceintres qui ſont le devant des mêmes, 10. & 4.

Les deux chaſſis des portes des greniers ſous le faux comble, 9. & 5.

Les deux Escaliers au quartier des Officiers.

Les limons, & les patins ſous les deux premiers limons, 10. & 5.

Les cent ſoixante & quatre marches maſſives coupées en triangle rectangle, réduits à 13. & 4.

Les ſeize pieces traverſant la cage des eſcaliers à l'endroit des palliers & au haut de chaque étage, pour porter & appuyer les limons, 10. & 8.

Les trente-deux grands poteaux, 5. & 5.

Les deux cens huit potelets tournés, compris ceux au devant des fenêtres, 4. & 4.

Les cours d'apui des eſcaliers, & au devant des fenêtres, 5. & 4.

Les ſolles au devant des mêmes fenêtres pour porter les potelets, 5. & 4.

Les ſoliveaux des palliers & autres, 6. & 4.

BOIS D'ORME AU QUATRIEME PLANCHER, et au Comblage.

Les ſoliveaux des chambres des deux quartiers & des corridors, 6. & 4.

Les chevrons, les coyaux, le comblage des fenêtres des galetas, & celui des petites lucarnes, 4. & 3.

Les ruelles ou linteaux aux mêmes fenêtres, 3. & 2.

Cette charpente ſera toiſée pour être réduite au cent de ſolives ſuivant l'uſage, & payée, ſçavoir le bois de chêne ordinaire à un prix, celui des ſommiers de dix pouces d'équarriſſage & au deſſus, à un autre, à cauſe de leurs longueurs & groſſeurs, & les bois d'orme des combles auſſi à un prix particulier; les rateliers des écuries égaux à ceux des Cazernes de ſaint Prix, à la toiſe courante, moyennant quoi l'Entrepreneur ſera tenu à tous les ornemens ordinaires de la charpente, & au rétabliſſement de toutes ouvertures dans les

 murs

murs & dégradations qu'il ſera obligé de faire pour placer ces bois, ou qui ſurviendront par mal-adreſſe.

V I.

Les planchers des mangeoirs dans les écuries, ceux des chambres, des grandes portes d'entrées, de celles des écuries, &c. ſeront de bonnes planches d'un pouce franc d'épaiſſeur, bien ſéches, ſans défauts, ni nœuds vicieux, miſes en longueur pour porter ſur les gîtes, de la même qualité de bois qu'il eſt dit ci-devant, bien jointes & équarries, de ſorte que les bouts de deux planches couvrent chacune en ſe joignant, la moitié d'un ſoliveau, parées & rabottées des deux côtez, s'il eſt beſoin, aſſemblées à languette & raînure pour les portes, & à joints recouverts d'un quart de pouce au moins pour les planchers, attachées chacune avec de bons clous ſur chaque gîte ou ſoliveau, de longueur convenable, en quantité ſuffiſante, & enfoncés à tête perduë.

Cet ouvrage ſera payé à la toiſe quarrée, le chêne neuf à un prix, & le bois blanc à un autre, les clous, chevilles, & generalement tout ce qui en dépendra, compris.

V I I.

La menuiſerie qui conſiſtera particulierement en entre-deux portes au quartier des Officiers, les chambranles des cheminées au même lieu, quatre-vingt quatorze croiſées aux deux quartiers, les armoires, &c. ſera d'un bois de chêne choiſi, bon & bien ſec, de cinq ans au moins, & des qualités expliquées à l'article 5. de la Charpente, le tout bien uniformement executé ſuivant les deſſeins; ſera payé à la piéce, les portes des chambres d'Officiers à un prix, celles des écuries & chambres des ſoldats à un autre, les fenêtres à un autre, les chambranles ou bas des cheminées auſſi à la piece, & le reſte à la toiſe quarrée.

V I I I.

Les plafonds des galetas ſeront faits de lattes de cœur de chêne, ſolidement clouées aux gîtes ou ſoliveaux, ſur leſquelles on appliquera deux couches de mortier, la premiere compoſée d'argile avec un huitiéme de chaux vive, dans laquelle on mêlera de la bourre qu'on aura eu ſoin de bien battre pour en ôter la pouſſiere, repriſe & renduë unie par deſſous; la ſeconde ſera auſſi de chaux ſeule-

Digitized by Google

ſeulement bien éteinte, coulée, & de bourre blanche battuë en quantité ſuffiſante, le tout broyé enſemble; obſervant de faire ces mortiers trois ou quatre jours avant que de les employer, & de mettre la ſeconde couche après que la premiere aura été reconnuë ſuffiſamment ſéche, ſans l'être trop, afin que les deux couches faſſent union enſemble.

Cette deuxiéme couche ſera proprement cirée & polie à la truelle juſqu'à ce qu'elle ne puiſſe plus fendre, pour enſuite être lavée deux fois avec la broſſe d'un lait de chaux vive mêlé de petit bleu.

Cet ouvrage ſera meſuré & payé à la toiſe quarrée, tout compris.

Les enduits des chambres & autres ſeront executés avec les mêmes mortiers & de même façon que les précédens, ayant attention de bien moüiller les paremens pour la premiere couche.

Ils ſeront auſſi payés à la toiſe quarrée.

I X.

Les carreaux de terre, que l'on employera dans les chambres, ſeront bons, bien cuits, & de même échantillon, de cinq à ſix pouces en quarré; ils ſeront poſés ſur une forme de terre graſſe d'environ un demi pouce d'épaiſſeur, en ligne droite, & en liaiſon, ſur une couche de mortier égal à celui des maçonneries, bien de niveau, pour être auſſi meſurés & payés à la toiſe quarrée.

X.

La couverture d'ardoiſe d'Angleterre ſera bonne, noire, luiſante, & ferme, recoupée ſur trois côtez, bien appareillée, pour être poſée au tiers de pureau, ou de ſa hauteur, d'alignement, à joints recouverts, clouée de trois bons clous chacune, ſur un plancher de bois blanc d'un pouce d'épaiſſeur, & des qualités dites à l'article 5. & 6. leſquelles planches auront été bien alignées pour être ajuſtées & jointes enſemble ſans intervale, attachées avec trois bons clous ſur chaque chevron.

L'Entrepreneur en ſera payé à la toiſe quarrée, plancher & toutes autres fournitures compriſes, meſurées tant plein que vuide pour les fenêtres & autres ouvertures des toits, dont il ne pourra prétendre d'augmentation non plus que pour les bordures.

X I.

La plomberie au comble de ces Cazernes aura ſur l'enfaîtement

une ligne un quart d'épaisseur sur dix-huit pouces de largeur, qui feront neuf pouces de chaque côté, arrêtée avec des crochets de fer de quatre à la toise, ou de pied & demi en pied & demi de distance; il en sera de même des enfaîtemens des fenêtres des galetas, & de celui qui doit en couvrir ou en revêtir le dessus de la maçonnerie.

Le plomb des enfaîtemens des lucarnes aura quinze pouces de large sur une ligne d'épaisseur.

Celui des noquets pour les noues, & le long des souches des cheminées, de même épaisseur sur neuf pouces de large.

Le plomb pour revêtir les cordons, ou la panne de brisis, aura aussi une ligne d'épaisseur sur douze pouces de large, afin de recouvrir quatre pouces au moins partie du premier rang d'ardoise au dessous de la brisure.

Le plomb des arêtiers aura aussi une ligne d'épaisseur sur douze pouces de large.

Celui, qui couvrira le pan coupé du côté de la cour, aura pareillement douze pouces de large sur une ligne au moins d'épaisseur.

Le plomb des chaîneaux, pour recevoir les eaux sous l'entablement, aura dix-huit pouces de large sur une ligne & demie d'épaisseur, arondis & couverts vis-à-vis les fenêtres des galetas, pour empêcher les ordures que les soldats y pourroient jetter; ils auront un pouce de pente par toise, soutenus par des crochets de fer de pied & demi en pied & demi, afin de les conduire sous l'aplomb des citernaux.

Le plomb des bavettes ou larmieres, par dessus ces chaîneaux & l'entablement, aura trois quarts de ligne d'épaisseur.

Le plomb des descentes dans les citernaux & pour les pompes, de trois pouces de diametre sur deux lignes d'épaisseur, sera attaché à la muraille avec des colliers de fer qui puissent s'ouvrir au besoin.

Tout lequel plomb sera du meilleur que l'on puisse trouver, loyal & marchand, coulé en tables bien unies, soudé avec étain fin à l'ordinaire; il sera pesé au poids de la Ville, & payé au quintal, soudure comprise.

XII.

La ferrure dont on distinguera de deux sortes.

Le gros fer neuf comprend tout ce qui sera employé en gros ouvrages, comme les anneaux en dehors qui seront mis dans les murs de face en bâtissant pour le besoin des Cavaliers, les cinq chaînes

qui

qui traverſeront en long d'un bout à l'autre dans les dix écuries à hauteur de la naiſſance des voûtes, ſçavoir, ſur les deux murs de face, ſur le mur d'entrefends, & le milieu des écuries, celles en large ſur les cinq murs de refends au même quartier, & ceux des deux bouts; leſquelles chaînes auront un pouce & demi en quarré, ancrées à demie brique des paremens des murs, avec des clefs de même groſſeur de quatre à cinq pieds de longueur, bandées au moyen des talons ou crochets faits exprès aux forges, forts & bien ſoudés à chacune de ces chaînes, compaſſés pour être au milieu de chaque mur, & d'un coin long d'un pied avec quelques autres petits frappés à chaque endroit entre deux de ces talons ou crochets à force avec un gros marteau, ayant attention de ne faire cette derniere operation, que quand les maçonneries du deſſus qui les enfermeront auront été élevées de cinq à ſix pieds, même davantage, pour les mieux contenir, & de laiſſer à chaque jonction de ces talons un intervale ſuffiſant pour frapper ces grands coins & petits déja placés, juſqu'à ce que l'on voye la chaîne ſuffiſamment tenduë, car il ſeroit dangereux de paſſer outre.

Les autres ancres, molles, bandes, ou plattes formes à chaque étage, en bois de chêne dont on a parlé à l'article 5. gonds, crochets, pentures des grandes portes, éguilles des Fleurs de lys, & le reſte, lequel ſera de bonne qualité, doux, pliant, ſans paille, d'un grain fin, clair, & preſſé, non caſſant, & bien forgé ſuivant les inſtructions qui ſeront données, proprement travaillé & mis en œuvre.

Le fer à la lime & d'un grain plus fin & plus preſſé, ſujet à être limé, devra être travaillé & des qualités dites ci-deſſus; il conſiſtera en petits boulons, verroüils à reſſorts, gaches, targettes, crochets, & équerres des combles, la ferrure des trente-deux portes des chambres d'Officiers, compoſée chacune de deux pentures, une ſerrure à tour & demi avec la clef, garnies differemment les unes des autres, un gliſſoir & un bouton accompagné de ſa roſette pour les ouvrir & fermer; les trente du quartier des ſoldats auſſi de differentes garnitures, & celles des dix portes des écuries qui ſeront à tour ſeulement, ayant toutes chacunes deux gros verroüils plats ou targettes en dedans.

Les portes des veſtibules auront mêmes garnitures, mais plus fortes, afin de mieux réſiſter, ſans oublier un crochet à chaque venteau, afin de les tenir ouverts.

La ferrure des croiſées au quartier des Officiers conſiſtera en ſix pentures à charnieres, deux verroüils plats, l'un en haut plus long que l'autre en bas, ſix pattes & un bouton, celle des fenêtres du quar-

quartier des soldats, & des écuries, sera de même qualité; desquelles ferrures des portes & fenêtres il sera fait un modéle, qui, après avoir été bien examiné & approuvé, servira pour l'adjudication à la piece de chacune de ces ferrures, que l'Entrepreneur sera obligé de mettre en place où on lui indiquera; fournira les clous necessaires à cette fin, qui, pour les autres ouvrages, seront pesez avec le reste.

Ces deux sortes de fers seront pesez au poids de la Ville, & payez au quintal, compris toute main d'œuvre, mais à prix differens, la ferrure entiere des portes à la piece, ainsi que celle des croisées, tout compris.

XIII.

La vitrerie pour les croisées sera de verre de France bien blanc & uni, sans pailles ni boudines, mis en plomb tiré d'un tiers de pouce de largeur pour l'encastrement des carreaux, & la facilité de les remplacer lorsqu'ils sont cassez, proprement travaillez, suivant les desseins qu'on donnera.

Il sera mesuré au pied quarré de douze pouces, les verges de fer comprises, que l'Entrepreneur fournira à chaque rang de carreaux, en grosseur suffisante pour bien affermir chaque panneau, & les soutenir contre les plus grands efforts du vent.

XIV.

La peinture d'impression à l'huile pour les portes d'entrée, celle des écuries, les croisées en dehors, la panne de brisis, les lucarnes de bois, & le reste, sera mise en couleur de bois, imprimée de deux couches composées de blanc de ceruse, mêlée d'ocre jaune, ou de telle autre couleur que l'on jugera convenir, de la meilleure, & broyée avec de l'huile de lin, dont la seconde couche ne se mettra que lorsque la premiere sera bien seche.

Cet ouvrage sera mesuré, réduit, & payé à la toise quarrée.

XV.

Les trois Fleurs de lys à quatre angles pour les deux coupes, & le milieu de l'équerre de ces cazernes, seront de cuivre jaune, de quatre pieds & demi de hauteur, non compris le globe qui en fera la base; on les executera suivant le dessein, & conformement au modele en carton, qui en a été dressé, bien soudées, & en outre

Digitized by Google

outre cloüées de clous auſſi de cuivre, rivés de diſtance à autre, pour enſuite être dorées, & poſées dans une éguille de fer qui les traverſera d'un bout à l'autre, ſans bleſſer le métal, compaſſant ſa groſſeur au vuide du collet de ces Fleurs de lys, dont le pied ſera cloüé ſur le bois du comble, & recouvert par le plomb des enfaîtemens.

X V I.

Conditions generales.

Les Entrepreneurs ſe conformeront aux termes du preſent Devis, & ne pourront commencer aucun travail de quelque nature qu'il puiſſe être, qu'auparavant il n'ait été tracé, alligné, & ordonné par M. le Comte de Vauban, Directeur des Fortifications de cette Province, ou en ſon abſence par l'Ingenieur en chef de la Place; & au cas qu'il ſe trouve pendant le cours & après l'achevement du travail quelques mal-façons de leur part, ils ſeront tenus de le refaire à leurs frais, ſans pouvoir prétendre d'être dedommagez: tous leſquels ouvrages ne leur ſeront comptez qu'une fois ſeulement, & payés au prix de l'adjudication qui en aura été faite chaque année.

Les Entrepreneurs ſe fourniront ſans exception de tous les materiaux, outils, échaffauts, ceintres des voûtes, & autres choſes neceſſaires pour l'entier & parfaite execution de leur entrepriſe, employant le nombre d'hommes ſuffiſant, & qui leur ſera ordonné pour diligenter le travail, afin qu'il ſoit fait en bonne ſaiſon; & au cas de retardement, il en ſera mis à leurs frais, autant qu'il ſera jugé neceſſaire: ſuivront en tout les ordres qu'ils recevront, & les deſſeins qui leur ſeront donnez, n'employant que des materiaux conditionnez comme il eſt dit, qui ſeront ſujets à verification & reception, rejettant tous ceux qui ne ſe trouveront pas des qualités & dimenſions requiſes au preſent Devis, & ne pourront prétendre leur entier & parfait payement qu'après l'achevement & reception d'iceux, qu'ils garantiront pendant un an, à compter du jour qu'ils auront été reçûs, & pour ſureté de l'execution d'iceux & des deniers du Roy, qu'ils recevront à compte à ſur & à meſure que le travail avancera; ils donneront bonne & ſuffiſante caution.

S'il ſurvient quelque ouvrage extraordinaire & imprévû pendant le cours de l'année; les Entrepreneurs ſeront obligez de le faire par continuation du prix de chaque nature dont ils ſeront

convenus; & si reciproquement on trouvoit à propos de changer, retrancher, ou differer à une autre année quelqu'un de ceux qui sont ordonnez, les Entrepreneurs ne pourront en prétendre aucun dédommagement.

Ils feront transporter toutes les décombres provenantes des constructions ou démolitions de leur ouvrages, aux lieux qui leur seront indiquez; & si quelqu'un manque d'avoir achevé son entreprise par negligence, à la fin du mois de Septembre prochain, il sera condamné à une amende proportionnée au travail dont il aura été chargé.

Bien entendu qu'encore que le present Devis comprenne ce qui doit entrer dans la construction totale de ces Casernes, il ne pourra cependant servir à cette fin, que pour la consommation des fonds qui seront ordonnez chaque année.

Chaque Entrepreneur sera tenu au dédommagement des proprietaires sur les heritages desquels il prendra ou voiturera les materiaux de gré à gré, ou suivant l'estimation qui en sera faite par deux Experts nommez de part & d'autre; & si il arrive quelques difficultez entre les Entrepreneurs, ou entr'eux & leurs cautions, comptes & décomptes, qui ayent rapport directement ou indirectement à l'execution de leurs ouvrages, & que tout ne soit pas assez clairement expliqué par le present Devis, ils se conformeront sans appel à ce qui sera reglé par le Directeur des Fortifications, ou en son absence par l'Ingenieur en chef; & ils ne pourront, sans leur consentement, rendre leurs ouvrages par sous-entreprises, ni s'associer.

Fait à Bethune, le vingt-deux Mars mil sept cent vingt-deux,

D'ARTEZAY, Ingenieur en Chef.

Quand on fera des Devis, il est à propos de lier les Entrepreneurs, autant qu'il est possible, ainsi qu'on vient de le voir dans les conditions précédentes, afin de prévenir toutes les contestations, & les relâchemens ausquels la plûpart son assez sujets.

Voici un Devis qui pourra servir de Formulaire pour les Magazins à Poudre; il vient de M. de Muz, *Directeur des Fortifications, qui a bien voulu prendre la peine de le composer exprès pour me faire plaisir.*

DEVIS

DEVIS POUR LA CONSTRUCTION D'UN Magazin à Poudre, très-ſolide, de dix toiſes de longueur ſur quatre de large.

Premierement.

PLacer autant que faire ſe pourra le Magazin dans un lieu le plus ſec, le plus à couvert, & le moins expoſé au front des attaques, non plus que ſes portes & fenêtres au vent d'Oüeſt.

II.

Après que l'Ingenieur en Chef aura diſtribué le Plan, Profil, & le Devis aux Entrepreneurs, & tracé tout l'interieur des murs, on marquera la largeur de la foüille des terres pour la fondation juſques au bon, vif, & ſolide fond, que nous ſuppoſons ici de ſix pieds de profondeur ſeulement, & plus ou moins bas s'il en eſt neceſſaire; ſur la largeur de huit pieds dans le fond pour les longs côtez, bien mis de niveau, & les terres coupées à plomb, & étreſillonnées pour qu'il ne s'y faſſe point d'éboulement.

III.

Enſuite on poſera de gros moilons ou libages, avec de bons lits, & joints à ſec, & on maçonnera au deſſus avec pareille matiere en bon mortier, juſques à deux pieds trois pouces de hauteur, bien araſée de pied en pied; après quoi on poſera au deſſus une chaîne de deux aſſiſes de briques, traverſant toute la largeur du mur, dont la ſeconde ſera en boutiſſe par les deux extremités, & ſur laquelle on fera retraite de trois pouces de part & d'autre: on recommencera à élever encore deux pieds trois pouces en moilon, faiſant parement bien dreſſé & à plomb tant ſur le devant que ſur le derriere, en ſorte que l'achevement de toute la hauteur deſdits ſix pieds, ainſi que de toutes les fondations, ſoit qu'elles ayent plus ou moins de profondeur, ſoient terminées par cinq aſſiſes de briques, dont la derniere ſera auſſi en boutiſſe, pour avoir neuf pouces de retraite ſur le devant, trois ſur le derriere, & réduire les murs des longs côtez à ſept pieds d'épaiſſeur.

Digitized by Google

I V.

On fondera aussi en même tems, & aussi bas, les piliers buttans, & les murs de face sous les deux pignons, en y observant toutes les bonnes façons, liaisons, & simetries que ci-devant ; le tout posé en bon mortier ordinaire, composé d'un tiers de bonne chaux éteinte toute vive, & deux tiers du meilleur sable bien battu, démêlé & corroyé, en sorte qu'il ne fasse plus qu'un même corps, & mis en œuvre seulement vingt-quatre heures après, & le rabottant & corroyant tout de nouveau, sans y mettre de l'eau que la premiere fois.

V.

Lesdits piliers buttans auront chacun quatre pieds six pouces de large, sur six pieds six pouces de queuë en fondation, réduit ensuite à cinq pieds six pouces, & quatre pieds au nœud de leurs paremens, pour avoir deux retraites de trois pouces chacune.

V I.

Les fondations des deux pignons auront chacune cinq pieds de large, & le mur réduit à quatre pieds, à cause des retraites du devant & du derriere ; le tout construit en même temps pour faire meilleure liaison.

V I I.

Si le fond du terrain se trouvoit tendre, foible, ou douteux, après l'avoir fondé avec la sonde à tarriere, on le fortifiera par une grille de charpente de bois de chêne, composée de longrines & racinaux de dix pouces quarrés assemblée par entailles à queuë d'aronde aux extremtiés par le devant & le derriere, & tenuës en raison avec de bonnes chevilles de fer ébarbellées, enfoncées à tête perduë, après quoi les araser de moilon ou libage, comme il est dit ci-devant.

V I I I.

Que s'il y avoit plus de précaution à prendre, il faudroit couvrir toute la superficie de ladite grille par un plancher de madriers de bois de chêne de six pouces d'épaisseur, sur huit, dix, & douze de largeur, bien joints l'un contre l'autre, les laissant déborder de deux ou trois pouces sur le devant & le derriere de la fon-

Digitized by Google

fondation, avec une espece de mentonnet, ou bien un hurtoir pour contenir le premier moilon ou libage posé à sec, & l'empêcher de glisser au vuide lorsqu'il seroit chargé.

I X.

Piloter même au dessous de la grille, s'il en étoit necessaire, pour plus de solidité & de sureté, & cela fait selon l'usage du pilotage dont nous ne faisons point le détail.

X.

Toutes ces fondations mises à leur hauteur, on fera courir le niveau tout au tour, après quoi on établira les murs au-dessus, selon les largeurs ci-devant spécifiées, donnant un peu de fruit au parement exterieur, c'est-à-dire, deux ou trois lignes par pied, & le parement interieur bien monté à plomb; ensuite on posera d'abord cinq assises de pierres dures, non gelisses, ou de graisserie, en tous les paremens exterieurs, dont les carreaux auront dix à douze pouces de face, sur neuf à dix de queuë à joints quarrez & d'équerre; & de trois en trois carreaux on placera une boutisse à tête quarrée, sur dix-huit à vingt pouces de queuë; le tout bien essemillé & équarri; observant que lesdites boutisses ne doivent pas être mises l'une sur l'autre dans les assises au dessus, mais en quinconche ou en échiquier, avec des coins à tous les angles, & aux pieds droits des portes & fenêtres; le tout en bon mortier de ciment, composé d'un tiers de bonne chaux vive, & de deux tiers de poudre de vieux tuilots, bien pulverisé & passé au tamis, battu, demêlé, & corroyé, en sorte qu'ils ne fassent plus qu'un même corps, fait de quinze jours avant que de le mettre en œuvre, pendant lequel tems on le rebattra de nouveau à plusieurs reprises avec la batte de fer, dans un petit bassin ou auget d'un pied quarré fait exprès, avec des planches par les côtez, & un gros madrier dans le fond, & toûjours sans y mettre de l'eau que la premiere fois.

X I.

Et comme la plùpart des pierres, & sur-tout celles de graisserie, sont fort susceptibles d'impression de la gelée, à cause de la nature de leurs pores; il faut que le derriere desdites cinq assises, soit

ſoit rencontré & maçonné au moins avec deux briques en boutiſſes, poſées en mortier ordinaire.

XII.

Tous les paremens interieurs deſdits murs ſeront de bonnes briques bien cuites & bien moulées, faits par plombées de cinq aſſiſes, faiſant enſemble un pied de hauteur, y compris le mortier, dont la premiere aura trois briques & demie, la ſeconde trois briques, la troiſiéme deux briques & demi, la quatriéme deux briques, & la cinquiéme une & demie, afin d'obſerver une bonne liaiſon, & l'intervalle entre leſdites briques, & celles qui ont garni le derriere de la graiſſerie ſeront maçonnées en mortier, poſées à la main, preſſées du talon du marteau, en bon moilon ordinaire, en ſorte qu'il ſouffle de toutes parts, & araſé à chaque pied de hauteur.

XIII.

Au deſſus des cinq aſſiſes de graiſſerie, on fera parement de briques par plombées, comme ci-devant, & l'entre-deux maçonné en moilon, obſervant que le dehors & le dedans montent également, & en même tems avec des coins de grès retournés en liaiſon à tous les angles poſés en mortier de ciment.

XIV.

Les longs côtez ſeront élevez de même juſqu'à cinq ou ſix pieds plus ou moins, ſelon le beſoin, après quoi ils ſeront terminez par cinq aſſiſes de briques, traverſant d'un parement à l'autre pour recevoir la naiſſance de la voûte, dont la derniere aſſiſe ſera poſée par précaution en doüelle & coupe de vouſſoir, ſelon le ceintre de la voûte, pour éviter le défaut des cales ou gros mortier que les Maçons mettent mal à propos ſous la premiere brique qu'ils poſent, pour racheter la retombée du ceintre; le tout à petits joints, & à petits lits, ſans faire de trop gros mortier.

XV.

La voûte ſera faite en plein ceintre, comme la plus ſolide, de trois pieds & demi d'épaiſſeur au moins, toute de bonnes briques choiſies, bien cuites & bien moulées, frottées & dreſſées à la main

la main l'une contre l'autre, posées à petits joints en bon mortier, sans grumeaux, ni grains de sable, tres-bien & également ceintrées dans toute sa longueur & largeur; tous les materiaux choisis & bien appareillés, c'est-à-dire, des voussoirs pendans & clavaux conditionnés, & taillés exprès, si c'est de pierres.

Mais si c'est de briques, comme la meilleure matiere à ce sujet, il faudra d'abord les bâtir par une brique d'épaisseur, bandée, & bien ficher des coins de bois sur la clef, & bien arrondir son extrados, pour recommencer une seconde voûte, repetées jusqu'à quatre fois l'une sur l'autre, faisant ensemble au moins trois pieds.

XVI.

On élevera en même tems les pieds droits, les piliers buttans, & les murs des pignons au dessus de la voûte, que l'on terminera en dos d'asne, ou cape de bâtardeau, avec des pentes de part & d'autre, dirigées comme celles des égoûts d'un toit; le tout en brique sans moilonnage, à cause de la gelée. Sur la superficie desdites pentes, on fera une crêmaillerie, dont les intervalles seront proportionnés selon la longueur de la tuile & son crochet, afin d'observer le pureau ordinaire, pour quel effet on préferera toujours la tuile au grand moule à celle du petit, l'une & l'autre posées en bon mortier ordinaire, & encore mieux en mortier de ciment, ou tout au moins moitié de l'un & de l'autre de ces derniers, bien mêlés ensemble, & la couverture faite en bonne saison.

XVII.

Si on ne veut pas mettre en usage lesdites crêmailleres, on encastrera à sec dans la maçonnerie les pannes sablieres ou ventrieres, & les chevrons de bois de chêne, espacez de quatre à la latte, que l'on laissera déborder de toute l'épaisseur de ladite latte, pour recevoir le crochet de la tuile, & posée en mortier comme ci-devant.

XVIII.

Et si on vouloit couvrir d'ardoise, au lieu de lattes volisses, on mettra de bons feüillets de chêne bien sec, cloüés avec deux clous à chaque chevron, avec des contre-lattes de sciage, sur lesquelles on posera l'ardoise attachée au moins avec trois clous chacune, observant toujours le pureau ordinaire; & en ces deux derniers cas,

Digitized by Google

cas, il faudra abſolument mettre un entablement de pierres de taille, ou de briques de cant, avec une platte-forme de charpente au-deſſus, pour recevoir & retenir les pas des chevrons, au bas deſquels on pourra mettre des coyaux; mais cela eſt bien ſujet au feu, & empêche de voir les endroits par où les eaux de pluyes peuvent tomber ſur la maçonnerie, & la dégrader; & quant aux couvertures de dales de pierre, non ſeulement elles chargent trop, mais elles ſont encore ſujettes à s'éclater, & fendre par les neiges & les grandes gelées, & les mortiers s'affament, & c'eſt toujours à recommencer à les reparer.

X I X.

Les bayes des deux portes des pignons auront chacune quatre pieds de large, ſur ſept & demi de hauteur, voutées en plein ceintre, leurs pieds droits garnis de pierres de taille, avec deux battées; les deux fenêtres au deſſus auront chacune trois pieds de large, ſur cinq de hauteur, avec double battée, & voûtées en ceintre ſurbaiſſé.

X X.

Les doubles fermetures des bayes deſdites portes ſeront faites à deux ventaux avec des planches de bon bois de chêne bien ſec, de deux pouces d'épaiſſeur, bien jointes à feüilleures l'une contre l'autre, garnies par leurs derrieres de bonnes barres de pareil bois, & bien cloüées avec des clous picarts, rivés par le dedans: les volets des fenêtres ſeront ſimples, mais avec des bois & planches des mêmes qualités, & les unes & les autres recouvertes avec des lames de tôle de Hollande, cloüées ſur les planches, & rivés auſſi par le derriere, garnis de leurs gonds, pentures, pivots, ou pioches, avec des crapaudines ſellées en plomb dans des dez de grés; de bonnes ſerrures à boſſes à doubles tours, toutes differentes, avec de bons & forts verroüils.

X X I.

La voûte bien achevée & couverte, on la laiſſera ceintrée pendant cinq ou ſix mois, pour donner le tems au mortier de ſe conſolider & faire corps avec les briques; après quoi on la déceintrera tout doucement par travée, & non tout à la fois; on la reparera en tous les lits & les joints avec bon mortier blanc & reciré; on déblayera les bois & les décombres, faiſant place nette.

XXII.

Digitized by Google

XXII.

Ensuite on mettra tout le solle ou aire du Magasin bien dressé, battu, & de niveau un pied plus haut que le rez-de-chaussée, sur lequel on posera des poutrelles de huit pouces quarrés, soit en longrines, ou en traversines, de deux pieds de milieu en milieu, en sorte qu'il ne reste plus que seize pouces d'intervalle entr'elles, dont la hauteur sera arrasée avec des escarbilles, ou mâche-fer provenant des forges des serruriers ou marêchaux ; & après les avoir bien arrangés & battus pour remplir tous les vuides, on remettra du charbon de bois jusqu'à fleur du dessus desdites poutrelles, sur lesquelles on posera le plancher de madriers au moins de deux pouces d'épaisseur bien chevillés, & proprement joints ensemble, ainsi que les chantiers pour ranger les barriques, & le tout de bon bois de chêne bien sec, sans aubier, ni gersures, lequel plancher sera tenu un pied plus haut que le rez-de-chaussée, par lequel on montera par deux marches de six pouces chacune, faisant les seüils des deux portes avec battée par le bas, pour qu'on n'y puisse pas introduire du feu.

XXIII.

Paver sur six pieds de large tout autour dudit Magasin avec des carreaux de grès de sept à huit pouces quarrés à leur face, sur huit à dix de queuë, posés sur un couchis ou forme de sable de huit à neuf pouces de hauteur, bien battus au refus de la demoiselle, & mis en pente de six pouces depuis le parement des gros murs allant vers le petit mur d'enceinte, qui doit être un pied & demi ou deux pieds plus bas avec de petites ouvertures ou tuyaux de deux ou trois pouces, pour servir d'écoulement aux eaux qui tomberont des égouts des toits, pour éviter les humidités ; & si ledit pavé étoit posé en bon mortier de ciment, il seroit encore meilleur.

XXIV.

Ledit petit mur d'enceinte, ou d'enveloppe, sera fondé solidement avec deux retraites de trois pouces de part & d'autre, & réduit ensuite à un pied & demi d'épaisseur sur dix à douze pieds de hauteur plus ou moins selon la situation du Magazin, fait en mêmes materiaux que ci-devant.

Toute la maçonnerie qui composera ce Magazin, y compris la voûte & les angles de pierres de taille, sera payée à la toise cube, sans y comprendre aucun vuide.

Digitized by Google

La maçonnerie du petit mur d'enceinte sera payée à la *toise* quarrée d'un pied & demi d'épaisseur *réduite*.

Les terres à la toise cube, *déblai* & remblai compris.

Les bois de charpente payés au cent de solives mises en œuvre.

Les portes à la piece.

Les fenêtres à la piece.

Les gros fers au cent de livres pesant, poids de marc.

Les serrures avec leurs clefs & verroüils à la piece, mises en place.

La tole au cent de livres pesant poids de marc, la pose & clou compris.

Le pavé de grès à la toise quarrée selon sa construction. Au surplus, on mettra à l'ordinaire toutes les conditions ausquelles on voudra obliger les Entrepreneurs, ainsi que de fournir bonne & suffisante caution, tant pour la sûreté des deniers du Roy qui leur seront délivrés, que pour la garantie de leurs ouvrages un an & jour après leur reception.

Comme il n'y a point de maçonnerie nouvellement faite, qui ne tace, ou ne fasse quelque affaissement, plus ou moins, selon la bonne ou mauvaise qualité des materiaux, j'estime que pour plus de solidité en la construction d'un Magazin à poudre, d'où peut dépendre la conservation ou la perte d'une Place, qu'il ne faudroit rien faire avec précipitation, & qu'après que la fondation seroit mise à hauteur de la retraite, la couvrir de gros fumier & de terre au dessus mise en dos d'âne, pour l'écoulement des neiges & eaux des pluyes; afin de laisser reposer, affaisser, & consolider les mortiers pendant six mois, & au printems ensuite la découvrir par un beau tems, la bien balayer, repasser le niveau par tout; & par après avoir rétabli ce qui pourroit y avoir de dégradé, elever les murs au dessus jusqu'à la naissance de la voûte, en les arrasant toûjours à même hauteur, après quoi les couvrir & laisser reposer comme ci-devant; l'année ensuite faire la voûte avec toutes ses appartenances, la couvrir de tuile ou d'ardoise, & ne la déceintrer que six mois après, & toûjours par petites travées pour ne lui pas causer de grands ébranlemens, ainsi que cela est arrivé à quelques endroits que la bienseance ne permet pas de citer; faire ensuite son plancher avec les chantiers & son mur d'enceinte ou d'enveloppe.

Fait à Saint Quentin, le 22. Janvier 1729. DE MUZ.

Voici le Devis de la Citerne de Calais que j'ai promis dans le quatriéme Livre; il ne contient rien de particulier dont je n'aye fait mention en parlant de la Citerne de Charlemont, mais il servira d'exemple, & pourra avoir son utilité.

DEVIS

Digitized by Google

DEVIS DE CE QUI EST A FAIRE ET A OBSERVER pour la Construction d'une Citerne qui recevra les Eaux de Pluye qui tombent sur l'Eglise Paroissiale de Calais.

PREMIEREMENT.

REMUEMENT DES TERRES.

APrès que les alignemens auront eté tracés à l'Entrepreneur, pour faire l'excavation & la foüille des terres qu'il faudra ôter, il les enlevera jusqu'à la profondeur du dessus des eaux des puits circonvoisins, les transportera & les applanira le plus uniment que faire se pourra, sur la partie du cimetiere du côté du midi, suivant toute sa longueur & sa largeur, & singulierement dans les endroits les plus bas. PLANCH. 34.

Les vieux materiaux provenans de la démolition du petit mur du parvis, les pavés, les arbres, & tous autres appartiendront à la Fabrique de ladite Eglise, qui s'en saisira à mesure de la démolition d'iceux, laquelle sera faite par l'Entrepreneur, & les transportera où bon lui semblera, afin que ledit Entrepreneur n'en reçoive point d'embarras après la Construction de ladite Citerne; il remblaira derriere la maçonnerie par dehors, & à ses dépens, les trous qu'il conviendra; lesquelles terres il battra avec une batte du poids de trente livres, & les mettra en état de recevoir le pavé qui sera fait au tour.

CHARPENTE.

Il mettra des madriers ou bordages de bois de chêne de quatre pouces d'épaisseur sur toute la largeur de la maçonnerie des murs de fondation, lesquels seront bien équarris & à vive arête.

MAÇONNERIE.

QUALITE'S DE LA CHAUX.

Elle sera faite avec pierres de la côte de Boulogne du blanc bleu, cuites à propos par gens à ce entendus, & éteintes de même; laquelle sera bien remuée, broüillée, & coulée en bassin pour être mieux détrempée & purgée soigneusement de toutes les pierres qui n'au-

Digitized by Google

n'auront point été éteintes, ni penetrées par la violence du feu, & par consequent mal cuites.

Qualite's du Sable.

Il sera du plus pur qui se trouvera dans le pays, sans mélange, & passé à la claye, laquelle sera fort fine, afin qu'il ne s'y trouve point de galets.

Composition du Mortier.

La chaux & le sable étant preparés, & de la qualité ci-dessus specifiée, le mortier de toute la maçonnerie de brique en sera composé, sçavoir avec deux cinquiémes de chaux & trois cinquiémes de sable, bien broüillés, & battus à quatre reprises en quatre jours differens avant la mise en œuvre.

Qualite's de la Brique.

Elle sera toute de même échantillon, la mieux cuite que faire se pourra, & faite avec bonne terre bien maniée & bien corroyée, & la plus entiere, en sorte que les morceaux n'ayent pas moins que demie brique de long, faute de quoi ils seront rebutés sans être mis en œuvre : l'Entrepreneur fera charger & décharger à la main ladite brique dessus les tombereaux & banneaux, qui la voitureront, afin qu'il y en ait moins de cassées.

Qualite's du Mortier de Ciment.

Celui qui sera employé aux renduits & citerneaux, tant du dedans que du dessus, sera fait avec tuileaux de vieilles tuiles bien cuites, sans qu'il y soit employé aucune brique ; il sera bien battu, pulverisé, & passé au tamis du Boulanger, & le mortier fait avec deux cinquiémes de chaux vive de Boulogne, & trois cinquiemes dudit ciment, le tout bien battu, & démêlé tous les jours consecutivement jusqu'à ce qu'il soit employé.

Aprés que les materiaux ci-dessus mentionnés auront été préparés sur les lieux, tels, & de la qualité qu'ils sont specifiés par les articles précédens de ce Devis, & que l'Entrepreneur aura préparé en dernier lieu l'endroit où sera établi la fondation de ladite Citerne, suivant les alignemens qui lui auront été marqués, & qu'il aura creusé la fondation aussi bas qu'il se pourra, après l'avoir bien égalisée,

Digitized by Google

lisée, & mise de niveau, il posera à l'endroit des murs des madriers ou bordages de bois de chêne à vive arête de quatre pouces d'épaisseur, sur lesquels la maçonnerie desdits murs sera établie, & en même tems celle du fond de la Citerne suivant les longueurs, hauteurs, & épaisseurs marquées au plan & profil qui seront joints au Devis; toute la maçonnerie du fond de la Citerne, des côtés, & du mur du milieu, sera faite avec bonne brique & chaux de Boulogne, ainsi qu'il est ci-dessus specifié, à la reserve du citernage marqué au milieu des murs, qui sera fait avec quatre assises de briques posées de plat & à bain de ciment dans toute l'étenduë du fond, observant de recouvrir chaque lit de ciment bien & proprement étendu & repassé à la truelle, en sorte qu'il ne reste pas la moindre apparence de joints, ce qui sera repeté autant de fois qu'il y aura de lits de briques; le citernage des côtés sera aussi de briques, mais posées de cant & en liaison l'une après l'autre, & chaque lit recouvert & renduit de ciment foüetté, lissé, & repassé à la truelle autant de fois aussi qu'il y aura d'assises de briques. Comme ce citernage est très important, l'Entrepreneur aura un soin très particulier qu'il soit bien fait, & y veillera sans cesse.

Renduits autour du dehors de la Citerne.

En élevant la maçonnerie des pieds droits & des pignons, il sera fait un renduit par le dehors d'icelle, depuis le bord de la fondation jusqu'à la hauteur des plus hautes eaux de la mer, lorsqu'elle sera mise dans le canal qui passe au travers de la Ville en cas de besoin.

Le renduit sera fait avec chaux de Boulogne & sable conditionné comme celui de la maçonnerie, il aura un pouce d'épaisseur, & sera passé à la truelle, lissé & relissé pour fermer les gersures, avec un lissoir de bois ou d'acier bien poli, & en ce faisant il sera employé un lit de chaux, après quoi les terres seront mises derriere la maçonnerie pour ne pas laisser le tems au soleil d'y causer de nouvelles gersures.

Après la construction de la Citerne, & que les voûtes auront été déceintrées, les joints du dedans seront creusés & approfondis de quatre lignes avec un petit fer recourbé, & les briques du parement piquées à la pointe du marteau pour donner plus de tenuë au ciment, ensuite de quoi on commencera par en foüetter les joints, & après les avoir remplis, il sera fait un enduit par dessus de l'épaisseur de dix à douze lignes, lequel sera battu contre le mur avec des lissoirs de bui, ou de fer bien poli; après quoi on le repassera tous

Digitized by Google

les jours une fois pendant douze ou quinze jours, jufqu'à ce qu'il foit parfaitement fec, l'arrofant à chaque fois de lait de ciment avec un bouchon; le mur du milieu fera renduit de même que ceux des côtés, & avant le fond de la Citerne qui ne fera mis que le dernier en état.

Les puits des pompes & les citerneaux feront renduits avec la même précaution que la fufdite Citerne.

Le renduit & le citernement de la clôture fera fait avec les mêmes foins, & avec le même mortier que celui du dedans de la Citerne, en le relevant de quinze pouces le long des côtés, & dirigeant les ruiffeaux avec pente à une gargoüille qui verfera dans un petit citerneau fait exprès.

Après que ce citerneau aura été fait dans les heures du jour que l'ardeur du foleil dominera le moins, & qu'il fera fombre, il fera recouvert avec des paillaffons de rofeaux, qui feront levés toutes les fois qu'on le reliffera, & auffi-tôt remis pour éviter que la grande précipitation du deffféchement n'y faffe de gerfure, s'il fe faifoit en plein foleil.

On le couvrira enfuite par un lit de gros fable tout du long, fpecialement dans le ruiffeau où il faudra le doubler, aprés quoi le furplus fera rempli de terres qui feront battuës par lits afin de les affermir, & recouvertes avec gazon plat.

Aprés que la maçonnerie fera élevée au niveau du rez-de-chauffée, le pourtour exterieur d'icelle fera bordé de deux affifes de pierre de taille de douze pouces de hauteur au moins, laquelle fera de la carriere de Landretun, ou de la côte de Boulogne, au choix de l'Entrepreneur, dont les pierres feront bien dégauchies & proprement taillées au cifeau & au poinçon, de huit pouces fur le plat & fix fur les joints montans, pofées en liaifon de fix pouces au moins à côté de chaque, & avec boutiffes de vingt à vingt-deux pouces au moins de queuë & panneresfes de quatorze à feize pouces; le furplus du parement exterieur de ladite maçonnerie fera bordé du haut en bas & tout au tour de ladite Citerne avec autant d'affifes que befoin fera, de doubles carreaux de Boulogne bien épincés, & proprement mis en œuvre avec les plus petits joints qu'il fera poffible, lefquelles affifes feront pofées de niveau & en bain de mortier de la même qualité que celui de la pierre de taille; le même Entrepreneur fera auffi les auges, puits, marfelles, & citernaux avec des entrées dans la Citerne, & petites guerites fervant de couvertures & de fenêtres audit puits, à quoi il fera employé la pierre de taille néceffaire, & le tout toifé à la toife cube, de même que la maçonnerie de brique.

Les

Les citerneaux auront trois pieds de diamettre dans œuvre, & les auges seront traversés de barreaux de fer pour poser les seaux dessus, quand on voudra les remplir d'eau ; il sera fait un petit cordon de pierre de taille au tour de ladite Citerne à quatre pieds au dessous du courronnement du parapet, dont le parement sera fait avec doubles carreaux de Boulogne, & recouvert par dessus avec une tablette de six pouces d'épaisseur, de douze à quinze pouces de queuë pour les panneresses, & de dix-huit à vingt pour les boutisses, laquelle sera de pierres de taille de la carriere de Landretun, ou de la côte d'Embleteuze, au choix de l'Entrepreneur, proprement taillées au ciseau & au poinçon, & posées en bain de mortier de ciment conditionné comme ci-dessus, ayant deux pouces de saillie, & un pouce de pente sur pied par le dessus.

Le dessus du parapet sera fait avec bonnes briques posées en liaison & en bain de mortier de Boulogne, & le couronnement d'icelui, sauf la tablette, fait avec briques posées de bout & de cant avec pareille pente que celle de ladite tablette, & assises en bain de mortier & de ciment.

Le gravier qui sera mis sur la teiture ainsi qu'il a été dit dans les citerneaux, sera du galet du plus fin & du plus délié, de celui du ban de pierretes hors de la basse Ville, après avoir été passé à la claye fort fine & fort déliée, & ensuite lavé & relavé avec de l'eau douce, jusqu'à ce qu'il la rende aussi claire qu'il l'aura reçûë, après quoi il sera apporté dans des tonneaux recouverts pour empêcher qu'il ne s'y communique aucune saleté, avant que d'être mis sur ladite teiture & dans lesdits citerneaux.

Pave'.

Ledit Entrepreneur fera le pavé necessaire au dehors de ladite Citerne, lequel sera de la côte de Boulogne, bien épincé, de six à huit pouces de queuë, posé par routes sur douze à quinze pouces d'épaisseur de sable avec les pentes necessaires ; observant de le battre avec la demoiselle par deux reprises.

Il livrera & mettra en place les tuyaux de plomb, chaîneaux, & cuvettes necessaires pour la conduite des eaux dans ladite Citerne.

Il fournira aussi la soudure nécessaire pour souder lesdits tuyaux, il livrera & mettra en œuvre tout le fer blanc nécessaire aux tuyaux, chaîneaux, & autres endroits, au cas qu'il soit trouvé à propos d'y en employer ; il livrera pareillement les ferrures des pompes, gonds, & autres choses nécessaires à les mettre en place. S'il est jugé à propos

Digitized by Google

pos par l'Ingenieur en chef d'augmenter ou diminuer les épaisseurs de la maçonnerie, l'Entrepreneur ne pourra pas prétendre qu'il soit rien changé aux dimensions de la toise cube d'icelle, ni qu'il lui soit rien payé de surplus, au cas qu'il y eût donné de plus grandes épaisseurs que celles portées par le plan & profil ci-joint; & au cas qu'il les eût diminuées, cette diminution lui sera déduite sur le toisé. Tous les susdits ouvrages seront rendus faits & parfaits dans le quinziéme d'Août prochain, sujets à visites, reception, & toisé. Sçavoir,

Les terres à la toise cube une fois en déblai seulement.

La charpente du bois de chêne mise en œuvre au cent de solives.

La maçonnerie à la toise cube y compris les renduits interieurs & exterieurs.

Toute la pierre de taille, & la graisserie de doubles carreaux, sans que l'Entrepreneur puisse rien prétendre pour le vuide des voûtes, ni pour les frais de la charpente des ceintres qu'il fera à ses dépens.

Le galet mis sur la teiture & dans les citerneaux conditionnés, comme il est dit au Devis ci-dessus, aussi à la toise cube.

Le pavé de graisserie au tour de ladite Citerne, à la toise quarrée.

Le plomb mis en œuvre au cent pesant poids de Paris.

La soudure aussi à la livre & au même poids.

Le fer blanc au pied quarré mis en œuvre.

La ferrure des pompes, gonds, & autres ouvrages, au cent de livres pesant, & au même poids; & seront payés,

	Liv.	*sols.*
Les terres, à	3.	10.
Le cent de solives de bois de chêne,	305.	
La toise cube de maçonnerie,	61.	
La toise cube de galets,	18.	
La toise quarrée de pavé,	7.	
Le cent de plomb,	20.	
La livre de soudure,		12.
Le pied quarré de fer blanc,		14.
Le cent de gros fer,	18.	

Je crois qu'en voilà assez sur les Devis: ce seroit vouloir grossir ce Livre mal-à-propos, que d'en rapporter un plus grand nombre; on trouvera à la fin du second Volume tous ceux qui peuvent appartenir à l'Architecture Hydraulique.

Fin du sixiéme & dernier Livre du premier Volume.

Digitized by Google

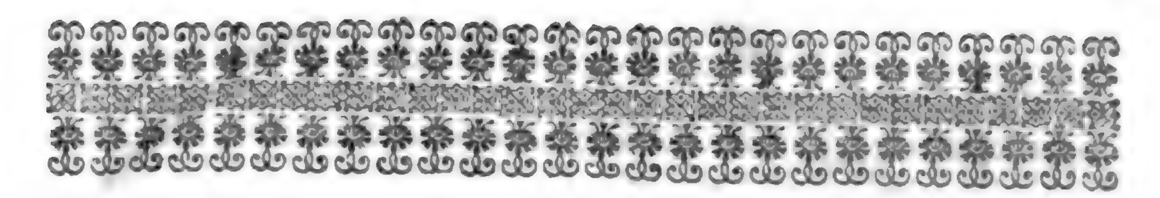


TABLE DES CHAPITRES ET DES PRINCIPAUX SUJETS *CONTENUS* DANS CE PREMIER VOLUME.

LIVRE PREMIER.

Où l'on enseigne la maniere de se servir des principes de la mécanique pour donner les dimensions qui conviennent aux revêtemens des ouvrages de Fortification, pour être en équilibre avec la poussée des terres qu'ils ont à soûtenir.

CHAPITRE Premier. *Où l'on donne la maniere de trouver les centres de gravité de plusieurs Figures*, page 5

CHAP. II. *Où l'on enseigne comme on trouve l'épaisseur des murs que l'on veut mettre en équilibre par leur résistance avec les puissances qui agissent pour les renverser lorsque ces murs sont élevés à plomb des deux côtés.* 11

CHAP. III. *Où l'on détermine quelle épaisseur il faut donner au sommet des murs qui sont élevés à plomb d'un côté & en talud de l'autre, pour que ces murs puissent estre en équilibre par leur résistance avec la poussée qu'ils ont à soûtenir.* 16

CHAP. IV. *De la maniere de calculer la poussée des terres*

que soûtiennent les revêtemens de Terrasses & de Remparts, afin de savoir l'épaisseur qu'il faut leur donner. 29

Usage d'une Table pour trouver l'épaisseur qu'il faut donner aux revêtemens de Terrasses & à ceux des Remparts de Fortification. 43

CHAP. V. *De la consideration des murs qui ont des contreforts.* 50

Paralelle du Profil general de Mr. de Vauban, avec les Regles des Chapitres précedens. 6

LIVRE SECOND.

Qui traite de la mécanique des Voutes, pour montrer comme s'en fait la poussée & la maniere de déterminer l'épaisseur de leurs Pié-droits.

CHAPITRE I. *Où l'on enseigne comme se fait la poussée des Voutes, & où l'on raporte quelques principes tirés de la mécanique pour en faciliter l'intelligence.* 2

CHAP. II. *De la maniere de calculer l'épaisseur des Pié-droits des Voutes en plain ceintre pour estre en équilibre par leur résistance avec la poussée qu'ils ont à soûtenir.* 10

CHAP. III. *De la maniere de trouver l'épaisseur des Pié-droits des Voutes surbaissées, en tiers-points, en platte-bande, & celle de culées des Ponts de maçonnerie.* 30

Table pour connoître la portée des Voussoirs, depuis leur intrados à leur extrados, pour toute sorte de grandeur d'Arche. 52

CHAP. IV. *Qui comprend des Régles pour trouver l'épaisseur des Voutes de toute sorte d'espece par le seul calcul des nombres, pour l'intelligence de ceux qui ne savent pas l'Algebre.* 54

Digitized by Google

LIVRE TROISIE'ME.

Qui comprend la connoissance des matériaux, leur proprieté, leur détail, & la maniere de les mettre en œuvre.

CHAPITRE I. *Où l'on fait voir les proprietés des differentes sortes de Pierres dont on se sert pour bâtir.* 2
CHAP. II. *Où l'on considere les qualités de la Brique & la maniere de la fabriquer.* 5
CHAP. III. *Où l'on fait voir les qualités de la Chaux & la maniere de l'éteindre.* 7
CHAP. IV. *Où l'on explique les qualités du Sable, de la Possolanne, & du Plâtre.* 9
CHAP. V. *De la composition du Mortier.* 14
CHAP. VI. *Des détails qui ont raport à la construction de la Maçonnerie.* 22
Table de la Pésanteur d'un pied cube de plusieurs Matieres. 25
Détail de la Chaux & du Sable. 26
Détail de la Brique. ibid.
Détail du Moilon. 27
CHAP. VII. *Qui comprend plusieurs Instructions sur l'établissement & la conduite des Travaux.* 29
CHAP. VIII. *Du transport & remuëment des Terres.* 35
CHAP. IX. *De la maniere de faire les Fondemens des Edifices dans toute sorte d'endroits & principalement dans le mauvais terrein.* 47
CHAP. X. *Où l'on enseigne comme l'on doit employer les Materiaux qui composent la Maçonnerie.* 67
Explication de plusieurs Tables servant à déterminer les Dimensions de toute sorte de Revêtement de Maçonnerie. 74
CHAP. XI. *De la construction de Soûterrains, & comme l'on ap-*

Digitized by Google

applique sur leur Voute les Chapes de Ciment. 79
CHAP. XII. *De la maniere de construire les Ouvrages de Terrasses.* 84
Reglement de Monsieur le Maréchal de Vauban, pour la Conduite des Travaux. 90

LIVRE QUATRIE'ME.

Qui traite de la Construction des Edifices Militaires & Civils.

CHAPITRE I. *Des qualités du Bois qui entre dans la Charpente.* 2
CHAP. II. *Où l'on fait voir la maniere de calculer ou d'estimer la force des principales Piéces de Charpente qui s'employent dans les Bâtimens.* 7
Principes sur la Résistance du Bois en general. 8
CHAP. III. *Où l'on raporte plusieurs Experiences faites sur la Force du Bois que l'on aplique ensuite à l'usage qu'on en peut faire dans la construction des Edifices.* 15
CHAP. IV. *Des bonnes & mauvaises qualités du Fer.* 31
CHAP. V. *Des Portes que l'on fait aux Villes de Guerre.* 35
Construction de la Sinusöide. 41
Application de la Sinusöide aux Ponts-Levis qui servent à fermer l'entrée des Villes. 43
CHAP. VI. *Des Ponts dormans qui servent à faciliter l'entrée des Villes de Guerre.* 49
CHAP VII. *Des Corps de Garde en general, des Guerites, & des Latrines.* 56
CHAP. VIII. *De la distribution des Ruës dans les Villes de Guerre.* 59
CHAP. IX. *Des Magasins à Poudre, & Arsenaux pour les Munitions de Guerre.* 62
CHAP. X. *Des Cazernes, de l'Hôpital, de la Prison, &*

des

des Maisons de Bourgeois. 72
Reglemens pour les Particuliers qui bâtissent dans une Place neuve. 77
CHAP. XI. *De la Cantine, de la Glaciere, de la Boulangerie, & des Moulins à moudre le Bled.* 79
CHAP. XII. *De la Construction des Puits & Citernes.* 82
CHAP. XIII. *Où l'on donne les Règles generales que l'on doit observer dans la Construction des Bâtimens.* 88
CHAP. XIV. *Qui comprend plusieurs Détails necessaires à l'execution des Bâtimens.* 97
Détail de la Charpente, des Combles, des Planchers, de la Menuiserie des Portes & Fenêtres. ibid.
Détail des Couvertures de Thuile & d'Ardoise. 99
Détail de la Vitrerie. 102
Détail du Pavé de Grais, de celui de Brique & de Carreaux. 103

LIVRE CINQUIE'ME.

Où l'on enseigne tout ce qui peut appartenir à la Décoration des Edifices.

EXPLICATION *des Termes propres aux Ordres d'Architecture.* 6
CHAP. I. *Où l'on explique les proprietés des Moulures & de leurs Ornemens.* 9
CHAP. II. *De la connoissance des cinq Ordres en general.* 12
CHAP. III. *de l'Ordre Toscan.* 15
CHAP. IV. *De l'Ordre Dorique.* 18
CHAP. V. *De l'Ordre Ionique.* 22
Maniere de tracer la Volute Ionique. 27
CHAP. VI. *De l'Ordre Corinthien.* 29
CHAP. VII. *De l'Ordre Composite.* 33
Remarques sur les cinq Ordres en general, suivies de l'Explication de quelques Fragmens des plus beaux Edifices antiques de

Digitized by Google

de Rome. 37
CHAP. VIII. *Des Colonnes & de leurs Diminutions, des Persiques & des Cariatides.* 44
Maniere de renfler les Colonnes. 45
CHAP. IX. *De la Proportion des Pilastres & des Frontons.* 49
CHAP. X. *Des Peristiles ou Colonnates, des Arcades, & des Niches.* 55
CHAP. XI. *De l'Assemblage des Ordres, ou de plusieurs Ordres mis les uns sur les autres.* 60
CHAP. XII. *De la Distribution & de la Décoration des Edifices en general.* 68

LIVRE SIXIE'ME.

Qui comprend la Maniere de faire les Devis pour la Construction des Fortifications, & celle des Bâtimens Civils.

Modele de Devis pour une Place neuve telle que le Neuf-Brisack. 5
Dimensions des Parties principales de la Place. 6
Qualité & Façon des Materiaux qui seront employés ausdits Ouvrages. 19
Construction des Ouvrages de Fortification. 23
Conditions élementaires du Devis d'un Bâtiment Civil. 41
De la Forme des Adjudications, des Formalités qu'on y observe, & du Stile dans lequel elles sont conçûës. 46
Devis & Conditions des Cazernes qui ont été construites à Bethune en 1728. 51
Memoire pour servir à la Distribution des Bois employés aux Cazernes précédentes. 56
Devis pour la Construction d'un Magasin à Poudre très-solide, de 10 toises de longueur sur 4 de largeur. 67
Devis de la grande Citerne de Calais. 75

Fin de la Table.

Digitized by Google

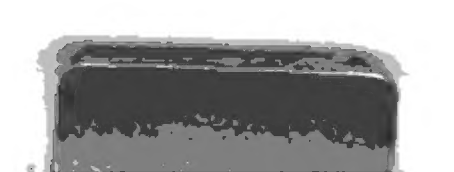
Digitized by Google

Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google